DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Elfter Jahrgang. 8. Juni 1923. Heft 23.

Über Stammbäume von Pflanzenfamilien.

Von Hugo de Vries, Lunteren.

Seitdem *Ernst Haeckel* in seiner *Generellen Morphologie* Stammbäume für das ganze Reich der Pflanzen und der Tiere entworfen und gezeichnet hat, ist diese Methode, die Ergebnisse der systematischen Forschung übersichtlich darzustellen, immer mehr beliebt geworden. Man hat sie auch auf kleinere Gruppen angewendet, und Stammbäume von einzelnen Familien und von größeren Gattungen zieren jetzt ganz regelmäßig die größeren systematischen Werke. Sie sind aber nicht überall einspruchsfrei, da die persönlichen Ansichten der Autoren in bezug auf den relativen Wert der Merkmale nur zu oft auseinandergehen.

Eine wesentliche Stütze geben dabei in der letzten Zeit die paläontologischen Befunde. Namentlich haben die fossilen Samen und Früchte hier wertvolle Tatsachen ans Licht gebracht. In manchen Familien sind ihre Formen charakteristisch und ist die Menge der Einzelexemplare eine außerordentlich große. Man kann dann mit ausreichender Sicherheit bestimmen, in welchen geologischen Schichten die Unterfamilien und wichtigeren Gattungen zuerst aufgetreten sind. Stimmt das Ergebnis mit dem aus den systematischen Beziehungen abgeleiteten Stammbaum überein, so erhält man eine tatsächliche Stütze, welche die Zuverlässigkeit der früheren Folgerungen wesentlich erhöht.

In dieser Richtung kann man nun noch einige Schritte weitergehen. In einem früheren Aufsatz in dieser Zeitschrift (d. Jahrg. S. 189 bis 194) habe ich die neuen Resultate von *J. C. Willis* über die Entstehung und Wanderung der Pflanzenarten besprochen. Sie sind in einem Buche über das Alter und das geographische Gebiet, *„Age and Area"*, zusammengefaßt worden. Die Anwendung der von ihm gefundenen sehr einfachen und allgemeinen Gesetze der Verbreitung auf das Entwerfen von Stammbäumen lag auf der Hand. Die daselbst entwickelten leitenden Prinzipien werde ich in diesem Aufsatze versuchen übersichtlich darzulegen. In demselben Buche hat der Systematiker *J. Small* die Methode auf die Familie der Korbblütler angewendet und die sich daraus ergebenden Resultate werde ich am Schlusse zu besprechen haben.

Bei der Beurteilung der Wanderungen der Arten ist man bisher oft von zwei Gesichtspunkten ausgegangen, welche sich beide aber wesentlich nur auf Ausnahmefälle beziehen. Ich meine die Verbreitung besonders bevorzugter Arten und die Einfuhr von wildwachsenden Pflanzen durch den Menschen in speziell für sie geeignete Gebiete. Früchte und Samen mit Haarbüscheln, solche mit Flügeln und ähnlichen Einrichtungen werden vom Winde leicht verbreitet. Ganz feine Samen wie diejenigen der Orchideen eignen sich dazu vielleicht noch besser, und namentlich sind für die Sporen der Farne Transporte über bedeutende Strecken bekanntgeworden. Die Samen der Beeren werden von Vögeln, die Früchte mit Haken von verschiedenen Tieren auf bedeutende Entfernungen gebracht. Viele andere Beispiele sind den meisten meiner Leser wohl bekannt. Fragt man aber, ob dieses für die betreffenden Pflanzen von wesentlichem Nutzen ist, und betrachtet man die Sache rein empirisch, so muß die Antwort verneinend ausfallen. Das Taschenkraut (*Capsella Bursa pastoris*) hat keine besonderen Verbreitungsmittel und dennoch ist es ein ebenso gemeines Unkraut wie der Löwenzahn. So geht es in zahlreichen Fällen. Und im großen und ganzen sind die schönen Verbreitungsmittel im Pflanzenreich so selten, daß aus den Wanderungen ihrer Träger allgemeine Gesetze gar nicht abgeleitet werden dürfen.

Fast überall, wo der Mensch eingreift, sieht man wildwachsende Arten, welche aus fremden Gebieten eingeführt worden sind. Mit Getreidearten kommen die Unkräuter der Äcker, mit Wolle und anderen Produkten die diesen anhängenden Samen, in der Nähe von Gärten und namentlich von botanischen Gärten findet man oft die schönsten Blumen verwildert. Manche dehnen sich schnell aus, weitaus die meisten finden aber dazu die geeigneten Bedingungen nicht. Die schnellen Wanderungen folgen aber ganz gewöhnlich den Straßen und den Eisenbahnen, wie z. B. die russische Distel (Salsola Tragus) in Nordamerika, und die zahlreichen neuen Ansiedler in Kalifornien. Sie können uns offenbar über die allgemeinen Gesetze der Pflanzenwanderungen in der freien Natur nichts lehren. Dasselbe gilt von den Einfuhren auf der Insel Ceylon. *Tithonia diversifolia*, eine mit unseren Sonnenblumen verwandte Pflanze, hat etwa 1866 angefangen, sich auf der Insel zu verbreiten und hatte 1900 nahezu alle ihr zusagenden Standörter erreicht. *Mikania scandens* fing ihre Wanderungen ungefähr 1905 an und war zehn Jahre später in der ganzen Umgegend von Peradeniya zu finden. Es geht daraus aber nicht her-

vor, daß im Freien unter normalen Bedingungen die Wanderungen mit einer solchen Geschwindigkeit stattfinden sollten. *Galinsoga parviflora* und der Wanzensame (*Corispermum Marshalli*), welche vor etwa einem Jahrhundert in Holland eingeführt worden sind, bewohnen jetzt noch fast nur die gleich anfangs von ihnen eroberten Gebiete. Und für die meisten einheimischen Arten lehrt die tägliche Erfahrung, daß sie entweder ihre alten Grenzen innehalten oder sich darüber doch nur langsam ausbreiten.

Unsere Folgerung ist somit, daß in der Natur im großen und ganzen die Wanderungen der Arten sehr langsam stattgefunden haben und daß besondere Verbreitungsmittel darauf keinen bedeutenden Einfluß haben gelten lassen. Daraus geht hervor, daß wir keinen Grund haben für die geläufige Annahme, daß weitaus die meisten Pflanzen ihre Wanderungen schon beendet hätten und daß sie das ganze ihnen zusagende Gebiet schon jetzt bewohnen sollten. Im Gegenteil deutet alles darauf hin, daß die Wanderungen noch fortdauern. Allerdings nicht in derselben Weise wie während der Eiszeit unter dem Einfluß der damaligen gewaltigen klimatischen Veränderungen. Aber doch wohl ähnlich wie in den ruhigeren Perioden der Weltgeschichte. Die jetzigen Grenzen der Gebiete werden selbstverständlich teilweise von klimatologischen und ökonomischen Faktoren beherrscht, daneben aber wesentlich auch von der Frage, ob die betreffende Art schon alt genug ist, um ihre endgültigen Grenzen zu erreichen.

Die Untersuchung der geographischen Bezirke oder der Wohnstätten der jetzt lebenden Arten hat nun, nach der neuen statistischen Methode durchgeführt, zur Erkenntnis einer sehr allgemeinen Regel geleitet. Diese ist im großen und ganzen dieselbe für alle darauf geprüften Familien und größeren Gattungen. Sie ist von besonderen sogenannten Anpassungen unabhängig, indem man diese durch die Benutzung von Mittelzahlen möglichst ausschließt. Die Regel sagt aus, daß in jeder Familie die Gattungen mit der weitesten Verbreitung als die ältesten zu betrachten sind, ihnen folgen diejenigen mit kleinerem Gebiete, während die nur lokal wachsenden Formen die jüngsten sind. Man sieht leicht ein, wie man durch eine einfache Berechnung der betreffenden Mittelzahlen die geologische Folge der Gattungen und damit die Hauptzüge des Stammbaumes berechnen kann. Vergleicht man ferner die einzelnen Familien miteinander, so findet man, daß die einen nicht auffallend vor den anderen bevorzugt sind, und folgert daraus, daß nicht etwa spezielle Eigenschaften entscheidend sind. Nur die Zeitdauer, dieser allen Gruppen gemeinschaftliche Faktor, entscheidet über die Größe des eroberten Gebietes. Dabei bezieht man sich auf Mittelzahlen, welche für Gruppen von je 10—20 übereinstimmenden Abteilungen berechnet worden sind. Einzelne Gattungen können ja Ausnahmen machen und somit den Grad der Sicherheit beeinträchtigen. Und wenn man kleinere Familien studiert, in denen ausreichende Mittelzahlen nicht zu erhalten sind, so wird man selbstverständlich mit einem geringeren Grade der Zuverlässigkeit zufrieden sein müssen.

Dabei kann man dann die biologischen Eigentümlichkeiten sowie die auf den Wanderungen begegneten Hindernisse in Betracht ziehen. Meeresarme und Gebirge, ungeeignete Bodenarten, bereits zu dicht bewachsene Regionen hemmen die Verbreitung bestimmter Formen, und die Anwendung von Mittelzahlen bezweckt ja gerade, ihren Einfluß in den Einzelfällen auszugleichen. Sie läßt uns die Wanderungen der Lebewesen als einen Vorgang betrachten, welcher in der Hauptsache nach mechanischen Gesetzen stattfindet, und ermöglicht es dadurch, einfach aus den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit in manchen Fällen Voraussagungen abzuleiten. Diese können dann mittels der berechneten Mittelzahlen geprüft werden, und diese Methode hat schon mehrfach zu wichtigen Bestätigungen des allgemeinen Gesetzes geführt.

Der geographische Umfang der Wohnstätten der Pflanzen ist den meisten meiner Leser wohl nicht sehr geläufig. Aber wer die Flora irgendeiner Gegend durch eigene Beobachtungen studiert hat, kann sich leicht eine Vorstellung davon machen, welche Gattungen reich und welche arm an Arten sind. Nun ist es eine alte Erfahrung der Systematiker, daß geographische Ausdehnung und Artenreichtum im großen und ganzen parallel gehen, und es ist klar, daß diese Regel das Problem in hohem Grade vereinfacht. Selbstverständlich darf man dabei nur die Gattungen innerhalb einer und derselben Familie miteinander vergleichen. In manchen Gruppen haben nun die statistischen Berechnungen diesen Parallelismus bestätigt. Wir können die Regel somit in solcher Weise aussprechen, daß wir sagen, daß, abgesehen von Ausnahmen und mit den erforderlichen Beschränkungen, aus der geographischen Verbreitung und dem Artenreichtum der Gattungen auf ihr relatives Alter geschlossen werden darf. So dürfen wir somit *Senecio* mit 1500 und *Astragalus* mit 1600 Arten als die ältesten Gattungen der Kompositen bzw. der Schmetterlingsblütler betrachten. Ähnliches gilt für *Carex, Epilobium, Euphorbia* und zahlreiche andere artenreiche Gattungen.

Dasselbe gilt von den Arten. Bewohnen diese ein großes Gebiet, so weisen sie in der Regel zahlreiche Varietäten auf. Dieses Verhalten war den alten Systematikern wohl bekannt. In den letzten Jahrzehnten sind aber mehrfach solche Varietäten zum Range von Arten erhoben worden. Bisweilen stellt man sie den Linnéschen Arten gleich. Bisweilen aber bezeichnet man sie als elementare Arten. Fast eine jede geographisch nicht zu sehr beschränkte Art, nach der älteren Fassung, hat einige, oft sogar viele solcher Unter-

abteilungen aufzuweisen. Ihre gemeinschaftliche Abstammung wird von keinem geleugnet. Da aber solche elementare Typen vielfach nur ein kleines Gebiet, jedenfalls ein viel kleineres Gebiet bewohnen als die betreffende Großart, darf man sie mit den tropischen und subtropischen, meist sehr lokalen endemischen Formen vergleichen. Und daß eine solche Vergleichung eine Übereinstimmung in vielen Punkten ans Licht bringen muß, wird jedem sofort klar sein. Namentlich bestätigt sie die neuere Auffassung, welche jene Endemismen als die jüngsten Mitglieder ihrer Flora betrachtet.

Kehren wir zu der Besprechung der Floren kleinerer Gebiete zurück. Hier kann man den Artenreichtum der Gattungen unmittelbar vergleichen mit der mittleren Verbreitung ihrer Spezies innerhalb der fraglichen Gegend. Man findet dann, z. B. für England, daß die artenreichsten Gattungen die gemeinsten Arten umfassen, und daß mit abnehmender Anzahl auch die mittlere Seltenheit zunimmt. Ähnliches ließe sich für andere Gegenden leicht berechnen.

Wir gelangen jetzt zu der Behandlung einer ganz anderen Frage, welche sich auf das Aussterben von Zwischenformen bezieht. Darf man solches in den Stammbäumen der einzelnen Familien annehmen, um etwaige größere Lücken in deren Zusammenhange damit zu erklären? Oder muß man die Anschlüsse ohne eine derartige Hypothese befriedigend zu machen suchen?

Wir wollen dabei absehen von den großen Vertilgungen, welche die gewaltigen Wechsel des Klimas und der Bedeckung der Erdoberfläche während der Eiszeit herbeigeführt haben. Wir wenden uns lieber zu den tropischen und subtropischen Regionen, welche ja bekanntlich an eigentlichen, jungen, endemischen Arten so auffallend reich sind. Die ältere Auffassung nimmt an, daß neue Formen durch die Auslese fast unendlich kleiner Variationen und durch deren allmähliche Weiterentwicklung und Anhäufung infolge ihres Nutzens im Kampf ums Dasein entstanden seien. Zahllose Zwischenstufen müssen dabei jedesmal aufgetreten und wieder verschwunden sein. Schließlich muß die neue Art für die lokalen Anforderungen ihrer Umgebung besser ausgerüstet sein als ihre Mutterform und diese somit nach kürzerer oder längerer Zeit verdrängen. Die alten Arten müssen dabei verschwinden, um den neuen Platz zu machen. Diese verbreiten sich auf Kosten ihrer Vorgänger. Und das System muß voller Lücken sein, teils kleinerer, zwischen den Arten, teils größerer, zwischen den Gattungen und Unterfamilien.

In der neuen Betrachtungsweise, welche auf den Ergebnissen der statistischen Methode aufgebaut worden ist, ist für solche unzählige ausgestorbene Zwischenformen offenbar kein Platz. Denn jede neu auftretende Form hat die gleiche Aussicht sich auszudehnen wie jede andere, also auch wie die ihr vorangehenden und die ihr folgenden. Dabei wird vorausgesetzt, daß wir die betreffenden Formen wieder in Gruppen von z. B. je 10 bis 20 betrachten, und so die Ausnahmefälle ausschließen. Aber wenn auch ausnahmsweise schlecht ausgerüstete Typen bald verschwinden würden, so würde doch weitaus die große Mehrzahl noch erhalten sein müssen und jede Familie müßte zahllose Übergangsformen aufweisen. Dem ist nun bekanntlich nicht so, und dieses drängt uns die Überzeugung auf, daß solche Zwischenformen auch gar nicht existiert haben. Sonst müßten ja, wie gesagt, sehr viele noch vorhanden sein.

Im allgemeinen muß man daher annehmen, daß junge Arten nicht besser für den Kampf ums Dasein ausgerüstet sind als ihre Vorfahren. Sie erben die betreffenden Eigenschaften zumeist ohne weiteres von ihnen, m. a. W., sie übernehmen sie in der übergroßen Menge der Einzelfälle einfach ganz oder nahezu unverändert von ihnen. Die diagnostischen Unterschiede haben dabei in der Regel keine Bedeutung. Prüft man die Differenzen zwischen nächstverwandten Arten, so findet man meist gar keine Beziehung zum Kampf ums Dasein. *Coleus elongatus*, eine Art, welche ausschließlich auf dem Gipfel des Berges Ritigala in Ceylon wächst, unterscheidet sich von allen übrigen Arten dieser Sippe so stark, daß sie fast als eine Untergattung aufgefaßt werden könnte. Aber die Merkmale beziehen sich auf den Grad der Behaarung, auf die Länge der Blütenstiele, auf die Größe der Blumen, auf die Ungleichheit der fünf Zähne des Kelches und ähnliche ganz unbedeutende Unterschiede, welche offenbar keinen Wert für das Wachsen in den Spalten der Felsblöcke haben. Ein anderes Beispiel bieten die Bäume. Hier spielt sich der Kampf ums Dasein bekanntlich zwischen den Keimlingen ab, denn Hunderte oder Tausende von Samen keimen auf einem Raum, auf dem nur ein einzelnes erwachsenes Exemplar stehen kann. Was mag es dabei einem Ahorne nützen, ob die Blüten später grünlich oder rötlich gefärbt sein werden? Alle spezifischen Eigenschaften, welche erst im späteren Leben zum Vorschein treten, sind offenbar nutzlos, wenn sie nur nicht dem Leben oder der Fruchtbarkeit schädlich sind.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen. Wenn man die Arten einzeln betrachtet, so beruht deren Verbreitung auf zahlreichen Faktoren, wie ihren Verbreitungsmitteln, den Eigenschaften ihrer Keimpflanzen, dem Vermögen, sich auf dichtbewachsenem Terrain einen Platz zu erobern, usw. Dazu kommen klimatologische und geographische Hindernisse aller Art, bzw. die seltenen Entblößungen des Bodens durch Feuer, Überschwemmung u. dergl. Die Einzelfälle sind somit meist sehr komplizierter Natur. Nimmt man aber Gruppen von verwandten Typen, so heben sich diese speziellen Einflüsse in den Mittelzahlen mehr oder weniger auf, und man erhält Ergebnisse, welche

die allgemeineren Gesetze hervortreten lassen. Ohne ein solches statistisches Vorgehen bleiben die Erscheinungen der Pflanzenverbreitung unerklärlich, und je mehr man eine solche Erklärung auf Grund der Auslese ganz kleiner, sich allmählich anhäufender Variationen durchzuführen versucht, um so klarer stellt es sich heraus, daß die Tatsachen sich der Theorie nicht fügen wollen. Im besondern liegt gar kein Grund vor, aus der Theorie abzuleiten, daß die Verbreitung der Arten in der geologischen Zeit, und namentlich in der Tertiärperiode, während welcher sich die meisten Pflanzenfamilien ausbildeten, eine rasche gewesen sein muß. Noch auch, daß das Ende der Wanderungen bereits erreicht sei, und daß die Verbreitung sowie die Zahl der Arten in unserer Zeit etwas Abgeschlossenes seien. Vielmehr muß man sich vorstellen, daß die langsame geologische Evolution des Pflanzenreiches noch stets regelmäßig und nach den alten Gesetzen fortschreitet. Diese Gesetze sind aber ganz allgemeine und für jede nicht zu kleine Gruppe überall dieselben. Dieses weisen die Mittelzahlen einspruchslos nach. Und daraus geht dann wiederum hervor, daß die speziellen Anpassungen keine irgendwie hervorragende Rolle spielen können, und daß somit die differentiellen Merkmale der Arten und Gattungen für deren Verbreitung keine Bedeutung haben. Die alte Vorstellung, daß alles in der Natur einen für uns verständlichen Zweck habe, werden wir schließlich ebensogut fallen lassen müssen, wie solches in anderen Wissenschaften, z. B. in der Astronomie, schon längst geschehen ist.

Haben Zwischenformen bei der Entstehung von Arten keine Rolle gespielt, so ergibt sich die Vorstellung, daß die Artcharaktere in der Regel gleichzeitig und in innerem Zusammenhange aufgetreten sind. Anstatt der Annahme einer langsamen Entwicklung mittelst fast unmerklicher Stufen gelangt man zu der Ansicht kleiner Sprünge. Versucht man die Differenzen zwischen verwandten Arten auf elementare Faktoren zurückzuführen, so muß man sich vorstellen, daß diese gruppenweise umschlagen bzw. neu auftreten können. Diese Auffassung findet bekanntlich eine Stütze in den neueren Ansichten über die Ergebnisse der experimentell herbeigeführten Umwandlungen von Arten. In manchen Gruppen, wie bei der Bananenfliege oder *Drosophila*, pflegen die Mutationen jedesmal nur eine elementare Eigenschaft zu umfassen; nur selten sieht man zwei oder drei neue Merkmale gleichzeitig auftreten, und diese lassen sich dann durch geeignete Kreuzungen leicht trennen. In der Gattung der Nachtkerzen oder *Oenothera* finden die Umwandlungen der Faktoren aber ganz gewöhnlich in Gruppen statt und die Analyse solcher Gruppen setzt der Forschung noch stets bedeutende Schwierigkeiten entgegen. Gerade in diesem Punkte stehen unter allen experimentell studierten Umwandlungsprozessen die Mutationen in dieser Gattung den artenbildenden Vorgängen in der Natur am nächsten.

Wenden wir nun diese Ergebnisse der statistischen Methode auf einen speziellen Fall an. Wir wählen dazu am besten eine der größten Pflanzenfamilien und betrachten diese an der Hand des von *Small* entworfenen Stammbaumes. Die Korbblütler haben den großen Vorteil, daß ihre kleinen harten und einsamigen Früchte in den tertiären Schichten in großen Mengen erhalten sind und daß man daraus das Alter der einzelnen Unterfamilien unmittelbar erschließen kann. Diese rein empirische Seite des Stammbaumes bildet nun die Grundlage für die Vergleichung der nach anderen Methoden erschlossenen verwandtschaftlichen Beziehungen. An erster Stelle kommt dabei die systematische Einteilung in Betracht. Diese wird namentlich auf die Merkmale der Narben und Griffel sowie der Staubfäden gegründet. Am einfachsten sind diese gebaut in der Gattung *Senecio*. Diese Gattung ist dazu die älteste und die artenreichste. Ihre Früchte sind in den oberen Schichten der Kreideperiode aufgefunden worden, in denen neben ihnen nur noch einzelne Verwandte von *Gnaphalium* vorkommen, während alle übrigen Abteilungen dem Tertiär angehören. Die Zahl der bekannten Arten ist 1500. Die jetzige geographische Ausdehnung wurde für die Unterfamilie der *Senecioneae* in folgender Weise berechnet. Die Verbreitung, in Millionen Quadratmeilen ausgedrückt, läßt sich für jede Gattung der Gruppe durch eine einfache Zahl angeben. Diese Zahlen werden summiert und durch die Anzahl der Gattungen dividiert. Das Ergebnis war 7,9 und diese Ziffer weist somit die mittlere Größe der geographischen Gebiete an, welche von den einzelnen Gattungen der *Senecioneae* bewohnt werden.

In ähnlicher Weise sind die entsprechenden Werte für die übrigen Unterfamilien berechnet worden. Dabei ergab sich dann, daß sie sämtlich kleiner sind als 7,9, daß somit die *Senecioneae* jetzt auf der Welt die größte Verbreitung besitzen. Innerhalb dieser Gruppe ist unser gemeines Kreuzkraut (*Senecio vulgaris*) wohl die am weitesten verbreitete Art. Sie darf somit als der Urform der Korbblütler am nächsten verwandt betrachtet werden. Sonst ist die Gruppe äußerst reich an Formen, von den kleinblütigen zu größeren Typen schreitend und schließlich die mehrere Meter hohen Riesenformen der afrikanischen Wüste erreichend.

Von dem Hauptstamme der Kreuzkräuter haben sich nun im Laufe des Tertiärs die übrigen Unterfamilien allmählich abgezweigt. Ordnet man sie nach den Merkmalen der Geschlechtsorgane und trägt man dann den mittleren Reichtum an Arten und die mittlere geographische Ausdehnung der Gattungen für jede Gruppe in die Liste ein, so ergibt sich eine sehr genaue Übereinstimmung. Ohne hier Einzelheiten anzu-

führen, kann man sagen, daß der systematische und der geographische Umfang mit zunehmender morphologischen Differenzierung stetig abnehmen. Die Sonnenblumen und die Astern sind die Vertreter von ganz alten, bereits im Eozän gefundenen Unterfamilien; sie sind zugleich sehr reich an Arten und haben eine geographische Verbreitung, welche durch die Zahlen 6,4 und 6,2 angegeben wird.

Die hoch differenzierten Ringelblumen (*Calenduleae*) sind erst im Pliozän aufgetreten und haben eine Verbreitung von nur 3,6. Die anderen Gruppen finden in beiden Beziehungen ihren Platz in regelmäßiger Folge zwischen den beiden Endpunkten. Die in unseren Gewächshäusern so beliebte Hängepflanze mit fleischigen Blättern und kleinen gelben Körbchen, *Othonna crassifolia* aber ist noch jüngeren Ursprunges und wächst, mit ihren nächsten Verwandten, nur in Ostafrika. Aber ohne viele Namen zu nennen und viele Zahlen vorzuführen, ist es nicht gut möglich, den ganzen Stammbaum in seinen Einzelheiten zu schildern. Nur möchte ich hervorheben, daß die zungenblütigen Gattungen mittels *Lactuca*, zu der unserer Salat gehört, im oberen Eozän sich vom Hauptstamme abgezweigt haben, während die röhrenblütigen jüngeren Ursprunges sind. Tubiflore Varietäten, d. h. solche mit ausschließlich Röhrenblütchen, treten auch jetzt noch häufig auf. Sie werden meist unter dem Namen *Discoidea* beschrieben und sind in den Gattungen *Matricaria* oder Kamille (*M. Chamomilla discoidea*) und *Bidens* oder Zweizahn wohl allgemein bekannt.

In ähnlicher Weise wie die Unterfamilien können auch die größeren Gattungen untersucht und gruppiert werden. Schließlich erhält man dann einen sehr detaillierten und durch die Übereinstimmung der Resultate so ganz verschiedener Forschungsrichtungen ausreichend gesicherten Stammbaum.

Das Wesen der Kurzsichtigkeit im Lichte neuerer Forschungen.

Von W. Clausen, Halle a. S.

Zum Verständnis der nicht medizinisch vorgebildeten Leser seien einige allgemein orientierende Bemerkungen über die verschiedenen kugelförmigen (sphärischen) Brechungs- (Refraktions-) Zustände des menschlichen Auges vorausgeschickt. Die von den Gegenständen der Außenwelt ausgehenden Strahlen werden von den brechenden Krümmungsflächen und -mitteln des Auges (Hornhaut, Linse, Augenkammerwasser und Glaskörper) so gebrochen, daß sie auf dem Auffangschirm des Auges, der Netzhaut, ein mehr oder weniger scharfes Bild der Außendinge geben. Ein im Ruhezustand befindliches Auge (d. h. ohne Anspannung des Naheeinstellungs- oder Anpassungs- [Akkommodations-] Apparates), von dem parallel auf die Hornhaut auftreffende Strahlenbüschel genau auf der Netzhaut vereinigt werden, nennt man ein normalbrechendes oder emmetropes Auge. Werden die Strahlen erst hinter der Netzhaut vereinigt, so handelt es sich um ein übersichtiges (hypermetropisches) Auge, das man früher wohl auch als weitsichtiges zu benennen pflegte. Schneiden sich hingegen die Strahlen schon im Glaskörper, also vor der Netzhaut, so haben wir ein kurzsichtiges (myopisches) Auge vor uns.

Der Kurzsichtigkeit können verschiedene, wenn auch nicht gleich häufige und wichtige Bedingungen zugrunde liegen. Zu starke Krümmung der Hornhaut, der vorderen oder hinteren Linsenfläche wie auch einmal beider zusammen, zu hohes Brechungsvermögen der Linse selbst, zu hoher Brechungsindex der Hornhaut oder des Kammerwassers, zu niedriger Brechungsindex des Glaskörpers und endlich ungewöhnliche Annäherung der Linse an die Hornhaut können gelegentlich eine mehr oder minder hohe Kurzsichtigkeit zur Folge haben. Von praktischer Wichtigkeit sind diese Formen von Kurzsichtigkeit jedoch nicht. Bei dem weit überragenden Teil der Kurzsichtigen ist der Refraktionszustand der Augen auf eine zu große Längsachse des Augapfels zurückzuführen. Der auf dem Gebiete der physiologischen Optik und Dioptrik des Auges durch seine bahnbrechenden Arbeiten berühmte holländische Augenarzt *Donders* hatte durch zahlreiche Hornhautmessungen schon festgestellt, daß der Hornhautradius bei Kurzsichtigkeit häufig nicht nur nicht kleiner, sondern selbst bei ihren höchsten Graden sogar größer, die Hornhaut also schwächer brechend sein konnte als bei Normalsichtigkeit. In neuerer Zeit hat der leider viel zu früh verstorbene Züricher Augenarzt und Schulaugenarzt *Steiger* sehr umfangreiche Hornhautmessungen ausgeführt, auf Grund deren er treffend beweist, daß bei Normalsichtigkeit jede Hornhautbrechkraft (Refraktion), die normalerweise zwischen etwa 38 bis 49 Dioptrien (eine Dioptrie = einer Linse mit einer Brennweite von 1 m) variiert, vorkommen kann. Da die Brechwerte der Linse nicht erheblich zu schwanken pflegen, so muß also für den normalsichtigen Zustand eines Auges in erster Linie die Achsenlänge in Frage kommen. Wenn nun bei Kurzsichtigkeit in genau gleicher Weise wie bei Normalsichtigkeit die Hornhautrefraktion variiert, was *Steiger* ebenfalls durch seine ausgedehnten Hornhautmessungen nachweisen konnte, so muß nach allem die Achsenlänge in der Tat der variabelste Faktor im menschlichen Auge sein und in erster Linie für die Entstehung der Kurzsichtigkeit herangezogen werden. Man spricht deshalb

auch von einer Achsenmyopie oder Kurzsichtigkeit. Und nur von dieser soll nachfolgend die Rede sein.

Durch die außerordentlich umfangreiche Literatur über die Kurzsichtigkeit zieht sich fast regelmäßig die Frage nach den Ursachen ihrer Entstehung. Schon vor 300 Jahren hatte *Kepler* der Naharbeit einen gewissen Einfluß auf die Entwicklung der Kurzsichtigkeit zugesprochen. Wenngleich hier und da sich auch Stimmen vernehmen ließen, die eine gewisse Vererbung der Kurzsichtigkeit annahmen, so galt doch seit den statistischen Massenuntersuchungen des Breslauer Augenarztes *Cohn* und seiner Schule in den 70iger Jahren des vorigen Jahrhunderts die Entstehung der Kurzsichtigkeit durch Naharbeit als allgemein ausgemacht und anerkannt. *Cohn* hatte bei seinen umfangreichen Schuluntersuchungen einen angeblich erschreckend hohen Prozentsatz von Kurzsichtigen festgestellt, der besonders auf den humanistischen Gymnasien wie auch auf den Universitäten angeblich einen geradezu beängstigenden Grad angenommen hatte. Ja die Kurzsichtigkeit sollte auch von Jahr zu Jahr mit jeder höheren Klasse eine immer größere Zahl von Schülern befallen und einen immer höheren Grad erreichen. Aus diesen Erhebungen schlossen nun *Cohn* und seine Schule, daß die Kurzsichtigkeit, die sie ja nur während der Schulzeit hatten entstehen und zunehmen sehen, und zwar mit jeder höheren Klasse bei einer immer größeren Zahl, durch die Schule erzeugt sei. Sie ließen deshalb nicht nach, die energischsten Maßnahmen gegen das Umsichgreifen und die Zunahme der Kurzsichtigkeit, „der eminentesten aller Kulturkrankheiten", zu fordern, wenn anders das deutsche Volk an seinem vornehmsten Sinnesorgan, dem Auge, nicht Schaden nehmen sollte. Dieser schwere Vorwurf gegen die Schule wäre aber nur dann berechtigt gewesen, wenn bei früheren Schuluntersuchungen gleich großen Umfanges wesentlich weniger Kurzsichtige gefunden worden wären. Aus früherer Zeit lagen aber solche Untersuchungen überhaupt nicht vor. Als feststehende Tatsache war den Cohnschen statistischen Befunden deshalb auch nur soviel zu entnehmen, daß unter den Schülern ein gewisser Prozentsatz von Kurzsichtigen sich befindet und daß die Kurzsichtigkeit an Zahl und Höhe mit den oberen Schulklassen zunimmt. Als man nun ferner feststellte, daß sich unter den Schülern der humanistischen Gymnasien ein höherer Prozentsatz von Kurzsichtigen fand als unter den Besuchern der Realgymnasien, Realschulen und Volksschulen, so galt auch das als Beweis für die Schädlichkeit der Naharbeit insofern, als die humanistischen Gymnasien die höchsten Anforderungen an die Augen stellen sollten.

Wenn tatsächlich die Naharbeit, in Sonderheit Lesen und Schreiben sowie feinere Handarbeiten, die Kurzsichtigkeit verursachten, so blieb doch immer noch völlig rätselhaft, warum von Kindern, die annähernd gleiche Arbeit unter gleichen äußeren Verhältnissen, unter gleich guten oder schlechten hygienischen Umständen verrichteten, nicht alle ohne Ausnahme kurzsichtig wurden, sondern zum Glück nur ein verhältnismäßig geringer Teil. Unerklärlich blieb ferner, warum denn bei einer kleinen Anzahl von Menschen ohne jede Naharbeit sich doch, unter Umständen sogar beträchtliche, Kurzsichtigkeit ausbildete.

Trotz alledem machte man die Schul- und Naharbeit für die Entwicklung der Kurzsichtigkeit verantwortlich. Darüber aber, wie durch Naharbeit eine krankhafte Verlängerung des Augapfels zustande kommen sollte, wurden die verschiedensten Theorien entwickelt, ohne eine restlose eindeutige Erklärung zu bringen. Zunächst glaubte man, daß durch die Naheinstellung des Auges, durch die Anspannung des Akkommodationsmuskels der Druck im Augeninnern gesteigert würde und infolge dieses erhöhten Druckes der Augapfel in die Länge wachse. Bei Erhöhung des Binnendruckes pflegt aber das jugendliche wachsende Auge sich nach allen Seiten und nicht nur in der Richtung der Längsachse zu vergrößern, während das ausgewachsene Auge die Zeichen des grünen Stars aufweist, nie aber kurzsichtig wird.

Nach dieser Theorie müßte man erwarten, daß gerade die Uebersichtigen, die ja, soweit sie eine ihren Brechungsfehler korrigierende Brille, wie häufig in jungen Jahren nicht tragen, am stärksten akkommodieren müssen, langsam im Laufe der Zeit kurzsichtig würden. Das aber beobachtet man nie. Ferner ist nicht recht einzusehen, warum so oft gegen Ende der Wachstumsperiode, wenn die Naharbeit eher zu- als abnimmt, die Kurzsichtigkeit zum Stillstand kommt. Auch brauchen ja Kurzsichtige von 3 Dioptrien und darüber, die zum Lesen und Schreiben wie für feinere Naharbeiten recht oft ihr Glas nicht benützen, für das Sehen in der Nähe, das heißt in einem Abstand, der dem Fernpunkt ihrer Augen entspricht, nicht zu akkommodieren. Und trotzdem schreitet in vielen Fällen die Kurzsichtigkeit unaufhaltsam fort. Auch beobachten wir bei einseitiger Kurzsichtigkeit, wenn das kurzsichtige Auge sich in Schielstellung befindet und deshalb zum Sehen so gut wie nicht herangezogen wird, im Laufe der Jahre eine unter Umständen beträchtliche Zunahme dieser Refraktionsanomalie. Zudem werden auch nicht vorzugsweise die fleißigsten Schüler, die am meisten lesen und schreiben, kurzsichtig, sondern scheinbar ganz wahllos stellt sich bald bei diesem, bald bei jenem die Kurzsichtigkeit ein, ohne daß jedesmal andauernde Naharbeit vorausgegangen wäre. Am häufigsten sah man noch solche Kinder kurzsichtig werden, in deren Familien sozusagen Kurzsichtigkeit zu Hause war. Für einen Teil dieser Fälle hatte man, noch unter dem frischen und zum Teil auch falsch verstandenen Eindruck der

Lehre von der Vererbung erworbener Eigenschaften stehend, angenommen, daß bei den gesunden, d. h. normalsichtigen Eltern infolge übermäßiger, langdauernder Naharbeit sich ein Akkommodationsspasmus (Krampf) ausgebildet hätte, der sich als Disposition zur Myopie vererbe und aus der dann bei den späteren Generationen sich eine echte Achsenmyopie (Kurzsichtigkeit) entwickle. Diese ganze Akkommodationstheorie verlor aber viel von ihrer zeitweise recht erheblichen Bedeutung, als nachgewiesen werden konnte, daß bei der Akkommodation der Augenbinnendruck in keiner Weise verändert, jedenfalls nicht erhöht wird.

Nunmehr machte man die Konvergenz der Augäpfel bei der Naharbeit für die Entstehung der Kurzsichtigkeit verantwortlich. Bei der Einwärtswendung sollten die äußeren Augenmuskeln einen Druck auf die Augäpfel ausüben und durch die dabei angeblich stattfindende Abplattung eine Zunahme der Längsachse des Augapfels herbeiführen. Zu einem beträchtlichen Teil ließen sich die gleichen Einwände, die vorhin schon gegen die Akkommodationstheorie erhoben worden sind, auch hier anführen. Zudem ist zu bedenken, daß bei der Naharbeit die Augen ständig mehr oder weniger stark in Bewegung sind. Demnach kann auf den Augen ein ununterbrochener, nennenswerter Druck nicht ruhen. Ein solcher wäre aber nötig, soll eine zur Kurzsichtigkeit führende Verlängerung der Längsachse daraus resultieren. Auch ist schwer auszudenken, weshalb durch die Konvergenz gerade in erster Linie der hintere Augapfelabschnitt zur Ausdehnung seiner Längsrichtung veranlaßt wird. Auch diese Theorie konnte und kann kritische Köpfe nicht befriedigen, weil sie auf allzu viele Beobachtungen und Tatsachen keine Antwort zu geben weiß. Dadurch daß von vielen Forschern ein Zusammenwirken beider Momente für die Entstehung der Kurzsichtigkeit angenommen wurde, kam man der Lösung dieser schwierigen Frage auch nicht näher.

Der Straßburger Augenarzt *Stilling* endlich wollte bei Kurzsichtigen eine niedrigere Höhe der Augenhöhle als bei Normalen und Übersichtigen festgestellt haben. Er meinte nun, infolge des dadurch bedingten Tiefstandes der sogenannten Rolle (Trochlea), von der ab der obere schiefe Augenmuskel (Obliquus superior) erst zu wirken beginnt, müsse letztere bei Einwärtswendung des Augapfels, wie sie bei der Naharbeit erfolgt, die ja mit mehr oder weniger Konvergenz einhergeht, einen stärkeren und schädlichen Druck auf den hinteren Augapfelabschnitt erzeugen. Und hierdurch würde dann sekundär durch Dehnung dieses Abschnittes eine Kurzsichtigkeit verursacht. Hätten sich die Stillingschen Behauptungen in der Folge bewahrheitet, so würde damit in das Problem der Entstehung der Kurzsichtigkeit ein ganz neues Moment hereingetragen worden sein. Denn eine solche niedrige Augenhöhle hätte man als ein äußeres Merkmal, als eine Schädelanomalie ansprechen müssen. Alle Schädeleigentümlichkeiten aber sind, soweit sie nicht durch ganz bestimmte Krankheiten verursacht werden, unter die vererbbaren Merkmale einzureihen. Und somit würde für die Entwicklung der Kurzsichtigkeit das Moment der Vererbung, die man bis dahin so beharrlich abgeleugnet hatte, eine nicht unwichtige Rolle mitspielen. Nachuntersuchungen konnten aber die Stillingschen Befunde in keiner Weise bestätigen. Man fand vielmehr bei Normal- und Übersichtigen gleich zahlreiche Fälle von niedriger Augenhöhle, wie man bei Kurzsichtigen hohe Augenhöhlen nachwies.

Endlich kamen eine ganze Reihe von Kindern zur Beobachtung, bei denen bald nach der Geburt oder doch vor Beginn der Schulzeit mehr oder weniger hochgradige Kurzsichtigkeit festgestellt wurde, also zu einer Zeit, da eigentliche Naharbeit noch nicht geleistet worden war. Für diese Fälle ließ man teilweise eine gewisse Heredität gelten. Wie aber wollte man später im Einzelfalle diese hereditäre Kurzsichtigkeit von der sogenannten Schul- und Arbeitskurzsichtigkeit mit Sicherheit trennen? Das mußte, gäbe es zwei verschiedene Arten von Kurzsichtigkeit, oft gänzlich unmöglich werden.

Konnte man also mit keiner der genannten Theorien die Entstehung der Kurzsichtigkeit restlos erklären, so hielt man an der Schädlichkeit der Schularbeiten für das Auge doch unentwegt weiter fest. Nun war es nicht mehr so sehr das Lesen und Schreiben, das die Kurzsichtigkeit bedingen sollte, als vielmehr die gänzlich unhygienischen Einrichtungen der Schulen, wie schlechte, unzureichende Beleuchtungsverhältnisse, unzweckmäßige, in keiner Weise körpergerechte Tische und Bänke; dadurch sollte ebenso sehr wie durch die vorgeschriebene Schrägschrift, die für das Auge besonders schädliche schiefe Kopf- und Körperhaltung als auch das nahe Herangehen an die Schrift veranlaßt werden. Doch auch in den modernsten Schulen, die allen nur erdenklichen hygienischen Ansprüchen gerecht wurden, nahm die Zahl der Kurzsichtigen nicht ab. Und da sollte dann nicht so sehr das Lesen und Schreiben in der Schule, sondern vor allem das übermäßige stundenlang hintereinander fortgesetzte Lesen und Schreiben zu Hause bei unzureichender Beleuchtung und schlechter Körperhaltung die Myopie erzeugen. Damit war nicht recht in Einklang zu bringen, daß Kinder, die in den glänzendsten häuslichen Verhältnissen lebten und sich nur wenig mit Naharbeiten beschäftigten, kurzsichtig wurden, während andere, die Nächte hindurch bei kümmerlichster Beleuchtung lasen, normalsichtig blieben? Bei sonst normalen Verhältnissen ließ sich demnach durch die Schule oder die Naharbeit allein die Entstehung der Kurzsichtigkeit nicht erklären. Es mußte noch irgendein anderer Faktor, irgendein begünstigendes Moment gefunden werden. Als

solches nahm man eine angeborene Schwäche und geringe Widerstandskraft der Lederhaut in der Gegend des hinteren Augenpoles an, die man als individuelle Disposition bezeichnete. Nur wachsenden Augen mit dieser Disposition sollte die Schul- und Naharbeit schädlich werden. Nur hier sollte sie gewissermaßen als eine Art Anpassung an die Arbeit Kurzsichtigkeit hervorrufen, weshalb man letztere ja geradezu als Schul- und Arbeitsmyopie (Kurzsichtigkeit) bezeichnete. Nehmen wir einmal diese angeborene Schwäche und geringe Widerstandsfähigkeit der Lederhaut in der Gegend des hinteren Augenpoles als notwendig für die Verlängerung des hinteren Augapfelabschnittes, mithin für die Entwicklung der Kurzsichtigkeit an, so heißt das nichts anderes als auch hier einen Erblichkeitsfaktor für letztere supponieren. Denn diese angeborene Schwäche und geringe Widerstandskraft der Lederhaut kann doch nur, wenn sie nicht ausnahmsweise durch Krankheit oder Entzündungen entstanden ist, von den Vorfahren ererbt sein. Nur die durch Vererbung Disponierten würden nach obiger Theorie bei angestrengter langdauernder Naharbeit unter ungünstigen äußeren Verhältnissen Kurzsichtigkeit erwerben können.

Es würde zu weit führen, auf die sonst noch aufgestellten, mehr oder weniger geistreichen Theorien über die Entstehung der Kurzsichtigkeit hier einzugehen. Ihnen haften die gleichen Mängel an, wie sie soeben kurz von mir angedeutet worden sind. Viel Mühe, Arbeit und Scharfsinn sind zur Aufdeckung der feineren Vorgänge, die bei der Entwicklung der Kurzsichtigkeit am Werke sind, aufgewendet worden, ohne jedoch eine völlige und eindeutige Lösung zu bringen. Trotzdem hielt man bis vor kurzem und hält man zum Teil noch heute daran fest, daß Schul- und Naharbeiten an der Entstehung der Kurzsichtigkeit einen erheblichen, wenn nicht den hauptsächlichsten Anteil haben.

Ein Wandel in diesen Anschauungen bahnt sich neuerdings an, seitdem uns das Lebenswerk *Steigers* in seinem klassischen Buch: „Die Entstehung der sphärischen Refraktionen des menschlichen Auges" vorliegt. *Steiger* kam auf Grund seiner Untersuchungsergebnisse an fast 50 000 Schulkindern und soweit als möglich auch deren Angehörigen zu der Überzeugung, daß alle bisherigen Theorien über die Entwicklung der Schul- und Arbeitskurzsichtigkeit auf sehr schwankendem Boden aufgebaut waren und ernster Kritik in keiner Weise standzuhalten vermochten. Er wies als erster sehr beweiskräftig darauf hin, daß das Problem der Kurzsichtigkeit nie und nimmer eindeutig und allgemein gültig gelöst werden könnte, wenn wir die Kurzsichtigkeit aus dem Rahmen der Gesamtbrechungsverhältnisse des Auges herausnehmen und als besondere Anomalie für sich betrachten, so sehr man auch in mancher Beziehung der Kurzsichtigkeit eine Sonderstellung zubilligen mag. Nur durch Betrachtung der Kurzsichtigkeit als Teilerscheinung der Gesamtrefraktionen des Auges sei das Problem der Myopieentwicklung mit Erfolg anzugreifen und zu klären. *Steiger* brachte dank seinen umfassenden biologischen Kenntnissen in die Beurteilung dieser Frage ganz neue Gesichtspunkte. Zunächst wies er darauf hin, daß das, was *Donders* in physiologisch-optischem und physikalischem Sinne als Normalsichtigkeit definiert hatte, durchaus nicht der Norm zu entsprechen brauchte und in der Tat auch nicht entsprach. Denn für die Festlegung der Norm irgendeines Merkmales darf man nicht physikalische, sondern nur biologische Maßstäbe zugrunde legen. Im biologischen Sinne aber ist das als Norm zu deuten, was sich bei der größten Zahl von Individuen findet und funktionell allen gewöhnlichen Ansprüchen des Lebens gewachsen ist. Frühere Statistiken hatten nun tatsächlich auch schon ergeben, daß Normalsichtigkeit im strengen Sinne und nach der Definition von *Donders* nur bei einer ganz verschwindend kleinen Anzahl von Menschen vorhanden ist. Trotzdem hielt man, so widersinnig das auch scheint, an der Donderschen Definition der Normalsichtigkeit als an der zu fordernden Norm fest. *Steiger* konnte nun weiter zeigen, daß die Refraktionen des menschlichen Auges genau so wie andere menschliche und tierische Merkmale eine ausgesprochene biologische Kurve, und zwar mit einem Kulminationspunkt über Normalsichtigkeit, schwacher Übersichtigkeit und Kurzsichtigkeit aufweisen. Zur Norm waren mithin neben der sogenannten Emmetropie auch geringe Grade von Myopie und Hyperopie hinzuzurechnen. Ähnlich war man bezüglich der Körpergröße schon längst verfahren. Hier würde es niemand einfallen, eine bestimmte Größe — so z. B. 1,70 m — als normal zu bezeichnen, alles andere aber, was nur um weniges darüber oder darunter wäre, schon als pathologisch. Ferner wies *Steiger* darauf hin, daß die Untersuchungen über die Refraktionen der Neugeborenen schon erhebliche Unterschiede in den Brechungsverhältnissen der Augen hatten auffinden lassen. Nach anderen biologischen Erfahrungen mußte man eher mit einer Zunahme als mit einer Abnahme dieser Differenz in weiterem Wachstum rechnen. Keineswegs aber durfte man erwarten, daß sich später diese Differenz in der Refraktion der Augen bei allen Menschen zur Normalsichtigkeit (Emmetropie) ausgleichen würde. Wir rechnen ja auch nicht mit gleich großen oder starken, erwachsenen Menschen.

Niemals hat man daran gedacht, ein übersichtiges Auge als krank zu bezeichnen. Warum soll nun ein kurzsichtiges Auge, das physiologisch-optisch zwar zu lang gebaut ist, gleich ein krankhaft verlängertes sein? Es liegt doch viel näher, in der Variabilitätskurve der menschlichen Refraktionen die Kurzsichtigkeit als den einen

(myopischen) Schenkel anzusehen, während der andere von der Hypermetropie gebildet wird. Aber nicht nur die Refraktion als ganzes, sondern auch die einzelnen, sie zusammensetzenden optischen Konstanten zeigen in ähnlicher Weise eine Variabilität. Allerdings ist im großen und ganzen zwischen ihnen eine gewisse Korrelation vorhanden. So wird mit einer großen Längsachse sich im allgemeinen nicht eine abnorm flach gekrümmte Hornhaut verbinden und umgekehrt. Die einzelnen optischen Konstanten können aber gelegentlich aus ihrer Korrelation gelöst und somit getrennt vererbt werden. Es kann also ein kurzsichtiges Auge unter Umständen kürzer gebaut sein als ein normal- und übersichtiges.

Sehen wir bei den Kindern übersichtiger Eltern ebenfalls Übersichtigkeit auftreten, so nimmt man allgemein eine Vererbung dieses Refraktionszustandes an. Warum aber eine solche Vererbung ableugnen, wenn sich das Auge statt zur Übersichtigkeit oder Normalsichtigkeit zur Kurzsichtigkeit entwickelt, zumal dann, wenn bei den Ascendenten, unter denen die kollateralen Verwandten (Seitenzweige) voll berücksichtigt werden müssen, Kurzsichtigkeit sich nachweisen läßt? Damit ist selbstverständlich nicht gesagt, daß in jedem Falle, wo bei einem der Eltern Kurzsichtigkeit vorhanden ist, nun auch bei den Kindern unbedingt diese sich wieder einstellen muß. Wie wir oben gesehen haben, können die einzelnen optischen Konstanten getrennt vererbt werden. Es kann also jemand vom kurzsichtigen Vater den Langbau des Auges, von der Mutter eine sehr flach gekrümmte Hornhaut erben, woraus dann schwache Übersichtigkeit oder Normalsichtigkeit resultieren könnte. Daß die Hornhautkrümmung in hohem Grade der Vererbung unterliegt, hat *Steiger* an vielen Tausenden von Hornhautmessungen nachweisen können. Dabei fand er, daß z. B. beim Hornhautastigmatismus (Stabsichtigkeit [eine Art der Hornhautkrümmung, die dadurch von der kugelförmigen abweicht, daß die Strahlenbüschel nur in einem Meridian der Hornhaut zu einem Punkt auf der Netzhaut vereinigt werden]) nicht nur der Grad, sondern sogar auch die Achse häufig fast unverändert vererbt werden. Wie die Hornhaut, so muß nach allen biologischen Erfahrungen auch die Längsachse des Auges den Vererbungsgesetzen unterliegen. Wir werden also zur Erklärung der Entstehung der Kurzsichtigkeit die Schul- und Naharbeit, deren Wirkungsart so oft ganz unerklärlich ist, völlig unberücksichtigt lassen können. Sehen wir die Refraktionszustände des Auges als biologische Merkmale an, dann verstehen wir auch vieles, was uns bis dahin völlig unerklärlich bleiben mußte. In ähnlicher Weise wie beim Körperwachstum macht auch das Längenwachstum des Auges bei der Kurzsichtigkeit zu gewissen Zeiten, so namentlich zur Zeit der Pubertät, besondere Fortschritte, während es zu anderen Zeiten fast vollkommen zum Stillstand kommt, ohne daß etwa zu dieser Zeit weniger in der Nähe gearbeitet würde, oder zu jener besonders viel gelesen worden wäre. Nur so läßt es sich zwanglos verstehen, warum in gewissen Familien bei den verschiedenen Gliedern der auf- und absteigenden Generationen sich mehr oder weniger zahlreiche Kurzsichtige finden, obgleich sie den verschiedensten Beschäftigungen nachgingen, also in durchaus ungleichem Maße den angeblich so schädlichen Naharbeiten oblagen. Wenn die Kurzsichtigkeit auch ohne erbliche Faktoren entstehen könnte, so z. B. durch die schon wiederholt erwähnten Naharbeiten, dann müßten die betreffenden Kurzsichtigen gleiche auslösende oder besser kausale Beschäftigungen im selben Umfange verrichtet haben. Kehrt jedoch ein biologisches Merkmal, in unserem Fall die Kurzsichtigkeit, in verschiedenen Generationen regelmäßig wieder, und zwar auf Grund innerer Ursachen, auf Grund des Vorhandenseins des gleichen Erbfaktors, trotz der verschiedensten äußeren Verhältnisse, stellt sich mit anderen Worten die Kurzsichtigkeit auch trotz Abstellung aller jener Schädlichkeiten ein, die man für ihre Entstehung verantwortlich gemacht hat, während sie bei anderen, die unter den ungünstigsten äußeren Umständen die so oft angeschuldigten schädlichen Naharbeiten verrichten, ausbleibt, so darf man wohl mit Fug und Recht von der Vererbung eines solchen Merkmals, eben der Kurzsichtigkeit sprechen. Nun begreift man auch, warum die Kurzsichtigkeit mit dem Abschluß des Körperwachstums zum Stillstand kommt. Betrachtet man die Kurzsichtigkeit nicht als eine erworbene Krankheit, sondern als das, was sie in der Tat ist, als eine der Vererbung unterliegende Anomalie, so läßt sich ohne Schwierigkeit die Tatsache deuten, daß die Kurzsichtigkeit in gleich hoher Zahl wie beim männlichen so auch beim weiblichen Geschlecht angetroffen wird, obgleich letzteres nach der Schulentlassung doch wesentlich weniger mit Naharbeiten sich beschäftigt.

Zur Stützung der Lehre von der Entstehung der Kurzsichtigkeit durch Lesen und Schreiben wurde immer wieder auf das Mißverhältnis zwischen der Zahl der Kurzsichtigen auf den höheren Schulen und in den Volksschulen hingewiesen. Nun hebt *Steiger* mit einem gewissen Recht hervor, daß die Schüler der Gymnasien eben vielfach aus Familien stammen, wo Kurzsichtigkeit sozusagen schon zu Hause war. Soweit aber die Schüler der oberen Gymnasialklassen zum Vergleich herangezogen worden sind, müßten in Hinsicht der ganz unzulänglichen statistischen Untersuchungen zuvor erst einmal mindestens 100 Schüler der gleichen Alters- und Klassenstufe untersucht sein, um daraus vergleichbare Schlüsse ziehen zu können. Ferner müßten bei einer gleich großen Anzahl gleichaltriger, ehemaliger Volksschüler unter objektiv völlig gleichen Bedingungen die Refraktionen festgelegt werden. So

würde man wahrscheinlich ein wesentlich anderes Resultat erhalten.

Wenn ferner gewisse Berufe, so z. B. der der Buchdrucker, eine auffallend hohe Zahl von Kurzsichtigen aufweisen, dann liegt das nach *Steiger* nicht daran, daß die dort zu leistenden Naharbeiten ähnlich wie die Schularbeiten die Kurzsichtigkeit, wie man bisher irrtümlich annahm, erst verursachen, sondern diese Berufe werden mit Vorliebe von solchen ergriffen, die eben wegen ihrer Kurzsichtigkeit sich ganz besonders dafür eignen. Dann aber wählen die Kinder erfahrungsgemäß oft den Beruf des Vaters. So häuft sich in gewissen Berufen und Industriezweigen die Zahl der Kurzsichtigen nicht infolge der dort zu verrichtenden Arbeiten, sondern als Ausdruck von Vererbung und ferner einer ganz besonderen Eignung gerade der Kurzsichtigen für diese speziellen Arbeiten.

Nur durch Vererbung läßt sich auch das sonst schwer zu deutende gehäufte Auftreten aller Grade von Kurzsichtigkeit in manchen Gegenden erklären. So berichtet *Steiger*, daß sich auf Sizilien besonders viel Kurzsichtigkeit findet, und zwar hauptsächlich in der unteren Bevölkerung, die oft des Lesens und Schreibens gar nicht mächtig ist. *Steiger* nimmt hier eine gewisse Inzucht an. Diese aber konnte dann besonders eine stärkere Häufung von Kurzsichtigen zur Folge haben, wenn letztere schon in einer gewissen Anzahl vorhanden waren. Sizilien war nun im Altertum ein Kulturzentrum, dort aber kommt es, wie wir später sehen werden, eher als anderswo zu einer Erhaltung und Vermehrung der Kurzsichtigen.

Meyerhof hat unter der einheimischen niederen Bevölkerung Ägyptens, die sich fast ausnahmslos aus Analphabeten zusammensetzt, außerordentlich viel Kurzsichtigkeit angetroffen, die er sich nur schwer erklären kann, da die Naharbeit als Ursache für ihre Entwicklung nicht in Frage kommen konnte.

Im Kriege hatte ich Gelegenheit, ein österreichisches Rekrutendepot, das fast ausschließlich aus galizischen Polen bestand, zu untersuchen. Unter diesen waren ganz auffallend zahlreiche Kurzsichtige aller Grade. Diese Leute, die zum größten Teil keinerlei Schule besucht hatten und weder lesen noch schreiben konnten, waren fast durchweg Landarbeiter. Auch hier war die Kurzsichtigkeit mangels einer der sonst angeschuldigten Ursachen (langdauernde Naharbeiten kamen nicht in Frage) wohl kaum anders als durch Vererbung zu erklären. Die Polen weisen im allgemeinen einen ungewöhnlich großen Kinderreichtum und dementsprechend eine verhältnismäßig starke Variabilität in den Refraktionsverhältnissen auf. Ferner wird in manchen Gegenden Polens wegen der weit auseinander gelegenen Dörfer und der schlechten Verkehrsverhältnisse Inzucht in mehr oder minder hohem Grade getrieben. Inzucht begünstigt aber das Herausmendeln von rezessiven Typen. Wie wir später noch sehen werden, halte ich die Kurzsichtigkeit für eine rezessive Anomalie. Durch Inzucht möchte ich auch das stärkere Auftreten von Kurzsichtigkeit bei der jüdischen Rasse erklären.

Wertvolle Fingerzeige hätten die Refraktionsbefunde bei den Tieren für die Beurteilung der menschlichen Myopie abgeben können, hätte man hierfür mehr allgemein biologische, naturwissenschaftliche Anschauungen walten lassen. Naturgemäß liegen über Tierrefraktionen nicht so umfangreiche statistische Untersuchungen wie beim Menschen vor. Soviel weiß man aber jetzt, daß auch die Refraktion der Tiere ebenfalls eine biologische Kurve zeigt, wenn vielleicht auch mit etwas niedrigerem Kulminationspunkt und weniger ausgedehnten Schenkeln. Kaninchen sollen z. B. verhältnismäßig häufig kurzsichtig sein. Auch von den Pferden ist es schon seit längerer Zeit bekannt, daß sie gar nicht selten und manchmal in recht erheblichem Grade kurzsichtig sind. Neuerdings hat *Sörensen* bei 400 Pferden der verschiedensten Rassen sowohl mit der Schattenprobe (skiaskopisch) als auch im aufrechten Bild die Refraktion festgestellt und dabei in 32 % Kurzsichtigkeit von — 0,5 bis — 5,5 Dioptrien gefunden. In Wirklichkeit ist der Prozentsatz kurzsichtiger Refraktion wohl geringer, da ja nach dem, was wir oben ausgeführt haben, sowohl die geringen Grade von Kurzsichtigkeit wie Übersichtigkeit noch zur normalen Refraktion hinzuzurechnen sind. Bei einem Teil dieser kurzsichtigen Pferde wurden am Augenhintergrund neben der Sehnervenscheibe ganz ähnliche geschrumpfte Aderhautsicheln (Coni) wie beim Menschen wahrgenommen.

Verschiedentlich ist ferner bei Affen Kurzsichtigkeit beobachtet worden. In jüngster Zeit hat *Behr* bei 25 Affen den Refraktionszustand bestimmt und viermal Kurzsichtigkeit von — 3,5 bis — 10,0 Dioptrien angetroffen. Wenn man aus dieser unzulänglichen Zahl von untersuchten Tieren schon allgemeine Schlußfolgerungen ableiten dürfte, dann würden etwa 16 % aller Affen kurzsichtig sein. Nach *Behr* haben einzelne Affenrassen anscheinend eine stärkere Disposition zur Kurzsichtigkeit. Ähnliches will man übrigens auch bei Pferden beobachtet haben, von denen die kaltblütigen Rassen mehr zur Kurzsichtigkeit neigen sollen als die edleren.

Der Franzose *Motais*, im Banne der zeitweilig allgemein anerkannten Theorie von der Bedeutung der Naharbeit für die Entstehung der Kurzsichtigkeit, verfiel auf den eigenartigen Gedanken, die bei Haustieren und in der Gefangenschaft lebenden Tieren schon verschiedentlich festgestellte Kurzsichtigkeit dadurch zu erklären, daß sie im Gegensatz zu den frei lebenden und wilden Tieren ihre Augen mehr für die Nähe einstellen und dadurch kurzsichtig werden. Die

frei lebenden und wilden Tiere aber sollten normalsichtig und in geringem Grade übersichtig sein, mit welchem Grund, ist schwer einzusehen, da umfangreichere Refraktionsuntersuchungen nicht vorlagen.

War durch die umfangreichen Untersuchungen *Steigers* überzeugend dargetan worden, daß die Refraktionszustände des menschlichen Auges einschließlich der Kurzsichtigkeit ein erbliches Merkmal darstellen, so hat sich dieser verdienstvolle Autor über den näheren Erbgang bei der Kurzsichtigkeit nicht geäußert. Ist aber letztere tatsächlich ein erbliches Leiden, dann mußte versucht werden, eine bestimmte Erbregel aufzudecken. Konnte für die Myopie in einem bestimmten Fall nachgewiesen werden, daß sie sich genau nach den Mendelschen Regeln der Vererbung fortpflanzt, so war damit auch erwiesen, daß sie für einen Teil der Fälle oder alle Fälle als eine vererbbare Anomalie aufzufassen war. Im Laufe der letzten Jahre habe ich viele Hundert von Myopiestammbäumen und Ahnentafeln angelegt, aus denen mit allen für menschliche Verhältnisse gebotenen Vorbehalten und Einschränkungen der zwingende Schluß gezogen werden mußte, daß die menschliche Myopie als rezessives Leiden aufzufassen ist. Auf die Schwierigkeiten menschlicher Erblichkeitsforschungen sei hier nur kurz hingewiesen, ein näheres Eingehen verbietet sich im Rahmen dieses Aufsatzes. Selbstverständlich ist es vollkommen unmöglich, in jedem einzelnen Fall von Kurzsichtigkeit beim Menschen eine restlose Übereinstimmung mit den nach *Mendel* errechneten Zahlen zu erhalten. Dazu würde es reinerer Linien bedürfen, als sie die menschliche Population darstellt. Ist die Kurzsichtigkeit ein rezessives Leiden, so müssen bei der durchschnittlich vorhandenen Zahl von Kurzsichtigen recht viele Menschen dieses Merkmal latent enthalten. Und das dürfte tatsächlich so sein, denn nach einer einfachen Rechnung würden bei der Ehe eines kurzsichtigen Individuums mit einem gesunden, das heißt normalsichtigen, auch dann, wenn stets ein Normalsichtiger einheiraten würde und aus jeder Ehe 4 Kinder hervorgehen, unter den 256 Individuen der vierten Filialgeneration sich schon 32 Personen finden, die äußerlich normalsichtig, aber doch mit dem latenten rezessiven Erbfaktor für Kurzsichtigkeit behaftet sind. Und bei der Heirat einer solchen Person mit einem Kurzsichtigen oder latent Kurzsichtigen würde sich sofort dieses latente Merkmal wirksam zeigen.

In allerjüngster Zeit hat *Jablonski* in wertvollen Untersuchungen an eineiigen Zwillingen nachgewiesen, daß die physiologische, d. h. die durch äußere Faktoren bestimmte Modifikationsbreite der Refraktion für die Gesamtrefraktion des Auges etwa zwei Dioptrien beträgt, eine Feststellung, die für die erbbiologischen Untersuchungen über Refraktionen außerordentlich wichtig ist. Wegen dieser verhältnismäßig schmalen Modifikationsbreite ergibt sich also die Vererbung als ausschlaggebendes Moment für die Refraktionen des menschlichen Auges. In weiteren Refraktionsforschungen konnte *Jablonski* mit Hilfe der Weinbergschen Reduktions- und Geschwistermethoden als ziemlich sicher ausmachen, daß sich die Myopie als monohybrides, rezessives Leiden gemäß den Mendelschen Regeln vererbt.

Was bisher immer recht schwer zu deuten war, sind die an kurzsichtigen Augen besonders höhergradiger Art um die Sehnerveneintrittsstelle sowie am hinteren Augenpol vorkommenden, im Laufe der Jahre zunehmenden Schrumpfungserscheinungen in Netz- und Aderhaut. Bis jetzt wollte man diese Veränderungen durch die mit der Einwärtswendung beim Naheblick angeblich einhergehenden Dehnungen und Zerrungen am hinteren Augenpol erklären. Nun hat man aber, wie bereits erwähnt wurde, ähnliche Veränderungen am Sehnerveneintritt auch bei kurzsichtigen Pferdeaugen beobachtet. Wegen der Lage der letzteren am Kopfe kommen Einwärtswendungen in einem den menschlichen vergleichbarem Sinne nicht vor. Diese Verdünnungen der Netzhaut-Aderhaut bleiben auch bei menschlicher einseitiger Kurzsichtigkeit selbst dann nicht aus, wenn das kurzsichtige Auge sich in extremer Schielstellung befindet, also die angeblich schädlichen Einwärtsbewegungen beim Naheblick gar nicht mitmacht. Es müssen hier demnach Kräfte am Werke sein, die völlig unabhängig von der Konvergenz wirken. Ferner zeigt sich diese Schrumpfungszone in gewissen Fällen von Kurzsichtigkeit nicht wie gewöhnlich in der schläfenwärts von der Sehnerveneintrittsstelle gelegenen Zone, wo man sich eine Zerrung und Dehnung bei der Konvergenz noch am leichtesten vorstellen kann, sondern fast rein beschränkt auf die nasenwärts gelegene Partie. Nach älteren Untersuchungen *Elschnigs* und neueren *A. v. Szilys* kommen für die sekundären Dehnungserscheinungen in der Aderhaut sowohl direkte Abhängigkeiten von der primären (vom Ektoderm abstammenden) Augenanlage als auch selbständige Entwicklungsfaktoren von seiten des betroffenen bindegewebigen Abschnittes in Frage. Die Bildung der Schrumpfungssichel (Conus) ist schon in die Entstehungszeit des Auges zu verlegen; damit ist nun natürlich keineswegs ausgeschlossen, daß diese Sichel sich erst in späteren Jahren der Entwicklung und auch noch danach vollständig ausbildet. Keine mechanischen und dynamischen Entstehungsursachen liegen hier vor, sondern durch Bildungsanomalien beeinflußte Wachstumsvorgänge. Mit anderen Worten, die in kurzsichtigen Augen auftretenden Aderhautschrumpfungen stellen keine krankhaft erworbenen Veränderungen dar, sind vielmehr das Resultat ererbter Anlagen, mithin ein ontogeneti-

scher Prozeß, vorausbestimmt durch phylogenetische Vorgänge und Einflüsse. In solchen Fällen aber muß die Veränderung in der Aderhaut aus inneren Ursachen heraus sich einstellen, ganz gleichgültig, ob das Auge zum Nahesehen herangezogen wird oder nicht. Daß diese infolge eines ererbten Bildungstriebes auftretenden Aderhautschrumpfungen normalen oder gar ungewöhnlichen Anforderungen, die das Leben an das Auge stellt, gelegentlich nicht völlig gewachsen sind und mit zunehmendem Alter noch weitere krankhafte Veränderungen eingehen, läßt sich mit der obigen Annahme des sichelförmigen Aderhautschwundes als einer ererbten Bildungsanomalie durchaus vereinigen, auch läßt sich damit noch am ungezwungensten die Sichelbildung bei Neugeborenen erklären.

Zwar liegen über die Refraktionsverhältnisse bei den Naturvölkern noch nicht völlig hinreichende statistische Massenuntersuchungen vor, um daraus allgemein gültige Schlüsse abzuleiten; immerhin scheint doch soviel festzustehen, daß die Kulturvölker etwas mehr Kurzsichtige aufweisen als die Naturvölker. Allein daraus darf man keineswegs folgern, daß nun die mit der höheren Kulturstufe zunehmende Naharbeit und die damit einhergehende stärkere Inanspruchnahme der Augen für die Nähe die Kurzsichtigkeit gewissermaßen als Anpassungserscheinung erst hervorgerufen habe. *Steiger* bemüht sich auch hier, allerdings nicht immer völlig überzeugend, Erklärungsversuche zu bringen. Seine Beweisführung ist etwa wie folgt. Bei den Naturvölkern haben normalsichtige oder schwach übersichtige Augen vor den kurzsichtigen entschieden einen Selektionswert. Kurzsichtige werden also in mehr oder minder ausgesprochenem Grade im Laufe der Zeit ausgemerzt werden. Mit zunehmender Kultur werden die Augen mehr und mehr für die Nähe zum Lesen und Schreiben benutzt. Kurzsichtige Augen werden also in vieler Beziehung einen Vorteil bringen, sie, die früher einen Eliminationswert darstellten, erhalten nunmehr einen Selektionswert. Ferner unterliegen höhergradige Kurzsichtige kaum oder viel weniger als Normalsichtige der Eliminierung im Kriege, können also auch dann ihre Kurzsichtigkeit ungehindert fortpflanzen. Im Laufe der Jahrtausende mag das sicherlich nicht ohne Einfluß gewesen sein.

Bei den Kulturvölkern zeigen die Refraktionskurven ein Überwiegen des kurzsichtigen Schenkels. Ob ähnliches auch bei den unzivilisierten Völkern sich findet, läßt sich zurzeit mit Sicherheit noch nicht entscheiden. Sicher ist aber, daß bei den zivilisierten Nationen die Refraktion eine Verschiebung nach der kurzsichtigen Seite hin aufweist. Ob es sich hier um eine fortschreitende Entwicklung, eine Vervollkommnung oder Anpassung handelt, müssen weitere Beobachtungen lehren. Einstweilen heißt es Tatsachen sammeln, aus denen sich später vielleicht eine Klärung der Frage ergeben mag. So gesichert die Tatsache der Evolution ist, so wenig wissen wir vorläufig über ihre näheren Vorgänge wie über ihre Ursachen. *Steiger* ergeht sich zur Klärung der obigen Frage in zum Teil noch recht spekulativen Betrachtungen, denen vorläufig noch jede Beweiskraft abgeht. Sie mögen deshalb hier übergangen sein.

Das Ergebnis der neuesten Forschungen auf dem Gebiete der Kurzsichtigkeit läßt sich etwa folgendermaßen zusammenfassen. Die bisherige Anschauung von der Entstehung der Kurzsichtigkeit durch Naharbeit ist nicht mehr länger aufrecht zu erhalten. Die Bedeutung der Vererbung für die Entwicklung der Kurzsichtigkeit findet immer mehr Anerkennung. Die Kurzsichtigkeit folgt in ihrem Erbgang den Mendelschen Regeln und stellt ein rezessives Leiden dar. Es ist hinfort nicht mehr angängig, die Schule für die Entstehung der Kurzsichtigkeit, an der sie völlig unschuldig ist, verantwortlich zu machen. Der Begriff der Schul- und Arbeitskurzsichtigkeit muß aufgegeben werden.

Wenn ein bekannter deutscher Augenarzt vor längeren Jahren den Ausspruch tat: „Wir können uns ruhig noch Jahrtausende mit Naharbeit beschäftigen und demgemäß 50 und mehr Prozent Myopie erwerben. Die erste Generation, die wieder in der Kindheit ihre Augen mehr für die Ferne einstellt, würde sofort wieder normale Refraktion haben“, so möchte ich dem gegenüber die Behauptung aufstellen, wir können uns ruhig noch Jahrtausende mit Naharbeit beschäftigen und werden trotzdem keine 50 und mehr Prozent Kurzsichtigkeit erwerben. Die erste Generation, die wieder in der Kindheit ihre Augen mehr für die Ferne einstellt, wird im Verhältnis genau die gleiche Anzahl von Kurzsichtigen aufweisen, wie die frühere. Denn wer von seinen Vorfahren keine erbliche Anlage für Kurzsichtigkeit empfangen hat, mag noch so viel und unter den ungünstigsten hygienischen Umständen lesen und schreiben oder sonstige Naharbeiten verrichten, er wird trotzdem keine Kurzsichtigkeit erwerben. Wer jedoch die entsprechende Anlage in wirksamer Kombination ererbt hat, wird mit und ohne Naharbeit kurzsichtig werden.

Selbstverständlich ist auch durch die Vererbungswissenschaft das ganze große komplizierte Problem der Entstehung der Kurzsichtigkeit noch nicht restlos aufgedeckt, insonderheit wissen wir über die feineren Vorgänge beim Wachstum des kurzsichtigen Auges noch sehr wenig oder fast so gut wie nichts. Auch hier wird es für die nächsten Jahre heißen, unverdrossen weiter zu arbeiten und neues Tatsachenmaterial heranzuschaffen.

Zum Schluß noch einige wenige Worte zur Behandlung der Kurzsichtigkeit. Um Kurzsichtigen für die Ferne volle Sehschärfe zu verschaffen und für die Nähe das Sehen in den üblichen Entfernungen zu ermöglichen, wird man sie voll auskorrigieren. Da, wie wir oben erfahren haben, die

Kurzsichtigkeit besonders in den Entwicklungsjahren Fortschritte zu machen pflegt, so sind Kurzsichtige bis zum Abschluß der Wachstumsperiode unter sorgfältige ärztliche Beobachtung zu stellen. Daneben wird man ihnen naturgemäß alle Vorteile modernster Schulhygiene angedeihen lassen. Dann aber können auch Kurzsichtige alle üblichen Schul- und Naharbeiten ohne Schaden für ihr Sehorgan verrichten. Kurzsichtigkeit von mehr als 10,0 Dioptrien ist hiervon auszunehmen, diese Fälle sind individuell zu beurteilen.

Besprechungen.

Boeke, H. E., und W. Eitel, Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie. Zweite Auflage. Berlin, Gebrüder Bornträger, 1923. XI, 589 S., 277 Textfiguren und 5 Tafeln. Preis Gz. 27.

Es gibt gewisse Bücher, die repräsentativ für eine ganze neuere Forschungsrichtung und Forschungsepoche sind, die dem Forscher auf Nachbargebieten, wenn er sie zu Gesicht bekommt, plötzlich zeigen, wie sehr sich die betreffende Wissenschaft verändert hat seit der Zeit, da er sie als Hilfswissenschaft für seine Zwecke studierte. Das sind meistens bei Beginn ihres Erscheinens keine leicht lesbaren Bücher, sie bereiten selbst der früheren Generation angehörigen Fachleuten gewisse Schwierigkeiten. Sie werden indessen bald zu Standardwerken, deren Inhalt zum selbstverständlichen Wissensinventar der neu dem Forschungsgebiet sich zuwendenden Jungmannschaft gehört.

Ein solches Buch war des leider zu früh verstorbenen *H. E. Boeke:* „Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie", erschienen in 1. Auflage 1915. In *W. Eitel* hat dieses Werk den denkbar geeignetsten Neubearbeiter gefunden. Die sehr große Zahl neuer Untersuchungen seit 1915 ist gewissenhaft verarbeitet worden. So liegt in der zweiten Auflage eine Darstellung der physikalisch-chemischen Grundlagen der Mineral- und Gesteinlagerstättenlehre vor, wie sie auch nur angenähert nicht ein zweites Mal in der Literatur existiert.

Das Buch enthält in seltener Vollständigkeit all das, was an physikalisch-chemischem Tatsachenmaterial jeder wissen und beherrschen muß, der sich mit Fragen der Minerogenesis und Petrogenesis abgibt. Und durch seine außerordentlich reichhaltigen und zuverlässigen Literaturangaben ermöglicht es den Zugang zu der weitzerstreuten Originalabhandlungen. Von Anfang an redet dieses Buch in der Sprache der physikalischen Chemie zu uns, denn es enthält (der etwas unglückliche Titel wurde aus der 1. Auflage einfach übernommen) nicht die Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie, sondern die physikalisch-chemischen Erkenntnisse, die dem Mineralogen und Petrographen erst gestatten, an die komplizierten Fragen der Erdrindenbildung heranzutreten.

Diese Art der Stoffvermittlung mag den auf reine Feld- und Naturbeobachtung eingestellten Forschern gewisse Schwierigkeiten bereiten, um so mehr als (in der 2. Auflage allerdings bedeutend weniger als in der ersten) eine leider heute nur zu verbreitete Unterschätzung der Naturbeobachtung nicht ganz geleugnet werden darf. Dem Referenten scheint indessen das erstere gerade ein Vorzug zu sein. Ein Kompromiß ist hier unmöglich. Wer Erkenntnisse aus Nachbargebieten verwenden will, der muß sie auch von Grund aus verstehen, in der Fassung, die sich dort als die zweckmäßigste ergibt. Und Übergriffe, wie sie beim Emporblühen jeder neuen Forschungsrichtung auftreten, lassen sich ja bei einigermaßen kritischer Veranlagung leicht korrigieren.

Das Buch behandelt in sechs Hauptabschnitten physikalisch-chemische Prinzipien, Gesetzmäßigkeiten und experimentelle Befunde, die ein Verständnis der Naturvorgänge ermöglichen. Unter diesen Abschnitten sind es besonders der zweite (Spezieller Teil; Übersicht die magmatisch wichtigen Systeme), dritte (Die magmatische Mineralbildung unter dem Einfluß der flüchtigen Bestandteile) und fünfte (Die Mineralbildung durch Sedimentation), die eine ausgezeichnete, zuverlässige und sorgfältige Übersicht vermitteln. Aber auch der erste, allgemeine Teil zeugt von außergewöhnlicher Sach- und Literaturkenntnis, und die beiden kleineren Abschnitte über die Mineralbildung durch Verwitterung und Metamorphose sind gegenüber der ersten Auflage wesentlich verändert und verbessert worden. Mustergültig ist die Ausstattung mit klar und einfach gezeichneten Diagrammen.

Wenn der Referent sich erinnert, wie er als Student vor nun wenig mehr als einem Dutzend Jahren das, was damals über dieses Forschungsgebiet vorlag, mühsam selbst zusammensuchen mußte, drängt es ihn, den Manen des Verstorbenen *H. E. Boeke*, dem Neubearbeiter *W. Eitel* und dem Verlag zu danken, daß sie durch Herausgabe dieses Werkes den jetzigen Studierenden und allen denen, die sich für die Anwendungen physikalisch-chemischer Untersuchungen auf die Bildungsgeschichte der Mineralien und Gesteine interessieren, die Arbeit so erleichtert haben. Bücher dieser Art anzeigen zu dürfen, ist eine Freude, die uns viel häufiger zuteil werden sollte. *P. Niggli, Zürich.*

Trautz, Max, Lehrbuch der Chemie. Zu eigenem Studium und zu Gebrauch bei Vorlesungen. Zweiter Band: Zustände. Berlin und Leipzig, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger, Walter de Gruyter und Co., 1922. XXXIV, 634 S. mit zahlreichen Abbildungen im Text und auf Tafeln und mit Tabellen. 17 × 25 cm. Preis Gz. 20.

Dem ersten Bande des Trautzschen Lehrbuches (Stoffe), der in dieser Zeitschrift (*10*, 769, 1922) sehr ausführlich besprochen wurde, ist der zweite in verhältnismäßig kurzer Zeit gefolgt. Er trägt den Titel „*Zustände*" und enthält einen sehr großen Teil des sonst als physikalische Chemie bezeichneten Wissensgebietes. Da *Trautz* — wie bereits früher betont — das ganze traditionelle Lehrgebäude der Chemie niedergelegt und dafür einen im Plan und Stil völlig neuen Bau errichtet hat, so ist es nicht wohl möglich, den Inhalt dieses Bandes mit den üblichen Gruppenbegriffen wiederzugeben; es scheint daher geboten, die Grundzüge der Gliederung des Bandes in der Trautzschen Ausdrucksweise anzuführen.

Zustände.

I. Molekulare Mittelwertszustände.
  A. Die allgemeinen Gesetze der Zustände.
    1. Die Zustände ohne Berücksichtigung von Grenzschichten.
      a) Gase und kondensierte reine Stoffe.
      b) Kondensierte Mischungen (Lösungen).

2. Die Oberflächenschichten.
   a) Oberflächenkräfte.
   b) Kolloidchemie.
      α) Allgemeines Verhalten der Kolloide.
      β) Darstellende und angewandte Kolloidchemie.

B. Molekulartheorie der Zustände.
1. Verhalten der Molekeln als Ganzer (Kinetische Theorie der Gase, Flüssigkeiten und Kristalle).
2. Einfluß der Atome auf die Eigenschaften der Molekeln (Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und physikalischen Eigenschaften).

II. Chemische Gleichgewichtszustände.
A. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik.
1. Sein Inhalt.
2. Anwendungen des zweiten Hauptsatzes:
   a) Austauschgleichgewichte von Molekeln zwischen zwei Phasen.
      α) Einstoffsysteme.
      β) Zweistoffsysteme.
   b) Austauschgleichgewichte von Molekeln zwischen zwei Atomanordnungen (Chemische Umwandlungen).
      α) Homogene Systeme.
         αα) Gleichgewichts-Isotherme.
         ββ) Temperaturkoeffizient der chemischen Arbeit.
         γγ) Gleichgewichts-Isochore.
      β) Heterogene Systeme.
         αα) Allgemeine Gesetze der Phasenlehre.
         ββ) Phasenlehre und darstellende Chemie.

B. Der dritte Hauptsatz der Thermodynamik.
1. Nernsts Theorem.
2. Thermodynamik der Strahlung.
   a) Grundbegriffe und Definitionen.
   b) Anwendung des zweiten Hauptsatzes auf Strahlungsfragen.
   c) Wahrscheinlichkeitslehre und Strahlung; Quantentheorie.
   d) Die thermodynamischen Funktionen.

An geeigneten Stellen sind in dies System noch eingereiht Abschnitte über Gasanalyse, Edelgase, Metallographie, Silicatchemie, Seltene Erden, Spektralanalyse, Technische Gasgleichgewichte u. a.

In diesem Bande, wo *Trautz* nicht so sehr wie im ersten von der widerborstigen Materie eingeengt wird, tritt seine Eigenart noch stärker als dort hervor. Er besitzt eine umfassende Kenntnis der Literatur, die mit Geschick verwertet wird; er findet überraschende Zusammenhänge und versteht es, manche Dinge so vielfarbig und allseitig zu beleuchten, daß sie neue Seiten ihres Wesens offenbaren. Besonders zu schätzen ist aber die Kraft, mit der er die Probleme in ihre Tiefen verfolgt und rücksichtslos zu Ende denkt. Ob *Trautz'* Ansichten und Entwicklungen überall einer strengen sachlichen Kritik standhalten, mögen bessere Sachverständige entscheiden; der Ernst seines Wollens ist nicht zu bezweifeln und wirkt überzeugend. Und trotzdem muß ich auch für diesen zweiten Band die kritischen Bemerkungen, die ich an den ersten anknüpfte, zum großen Teil aufrecht erhalten und von neuem betonen. Die *Anordnung* des Stoffes ist vielfach erkünstelt und unnatürlich; die *Auswahl* ist stark subjektiv und allzusehr von der Trautzschen Forschungsrichtung und seinen besonderen Liebhabereien beeinflußt; der *Vortrag* entbehrt — besonders an kritischen Stellen — vielfach der für ein Lehrbuch unbedingt erforderlichen Klarheit; er nimmt oft den Stil der Abhandlung an und wird bisweilen sogar polemisch.

Ganz auffällig ist vielorts die stark *abstrakte* Darstellung, die sich auf Formeln und Rechnungen beschränkt, ohne zu zeigen, wohin das alles führt. Insbesondere in der Gleichgewichtslehre dürften Beispiele und Messungen einen viel breiteren Raum einnehmen. Die Lehre vom chemischen Gleichgewicht ist doch nicht allein ein Erzeugnis der Thermodynamik, wenn sie in dieser auch ihre sichersten Stützen findet.

Hiernach glaube ich, daß dieser zweite Band des Trautzschen Lehrbuches weniger geeignet ist, jüngere Studierende in die physikalische Chemie einzuführen, als vielmehr den mit den Grundlagen Vertrauten Erweiterung und Vertiefung ihres Wissens zu bringen und zu selbständigem Denken und Forschen anzuregen.

Die äußere Ausstattung des Bandes ist vortrefflich; besonders hervorzuheben wären zwei farbige Tafeln von Polarisationsfarben und Spektren.

I. Koppel, Berlin-Pankow.

Abderhalden, Emil, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. I: **Chemische Methoden.** Teil 7: Spezielle analytische und synthetische Methoden. Heft 2. Wien, Urban & Schwarzenberg, 1922. 515 S. 18 × 25 cm.

Vor uns liegt der zweite, weit umfangreichere Teil der Abhandlungen über Aminosäuren. Er beschäftigt sich mehr noch als der erste mit der physiologischen Seite dieser Körperklassen. Den Kapiteln, die sich mit dem spezielleren Studium einzelner Verbindungen befassen, werden zwei wichtige analytische Verfahren vorausgeschickt.

D. D. van Slyke schildert an der Hand seiner klug durchdachten, durch mehrere Skizzen erläuterten Apparatur die quantitative Bestimmung des Aminostickstoffs mittels salpetriger Säure. Da sich der größere Apparat im organischen und physiologischen Laboratorium bereits weitgehender Verbreitung erfreut, ist es sehr willkommen, hier auch die Mikromethode erörtert zu finden. Sie ist bei einiger Übung kaum komplizierter zu handhaben und liefert gleichfalls sichere Ergebnisse. Besonders aufmerksam macht der Autor auch auf die Verwendung der Methode bei Proteolysen- und Harnuntersuchungen, die durch das spezifische Verhalten von verschiedenartig gebundenem Stickstoff ermöglicht wird.

An dieses, im Jahre 1909 gefundene, analytische Hilfsmittel reiht *R. Willstätter* seine neue mit *Waldschmidt-Leitz* ausgearbeitete alkalimetrische Bestimmung der Aminosäuren, Polypeptide und Peptone. Der amphotere Charakter dieser Verbindungen, die in wässeriger Lösung vielleicht ein inneres Ammoniumsalz bilden, ließ bisher nur nach der S. P. L. Sörensenschen Formoltitration eine volumetrische Bestimmung der Aciditäit zu. Das Prinzip der Willstätterschen Titration beruht darauf, daß Alkohol in wachsender Konzentration die Hydroxylionen in der Aminosäurelösung zurückdrängt und so die sauren Gruppen zutage treten läßt. Da die Carboxylgruppen der Peptone und Polypeptide bereits bei geringeren Alkoholkonzentrationen freigelegt werden als die der Aminosäuren, hat man es in der Hand, beide nebeneinander zu bestimmen.

Während in den voranstehenden Aufsätzen der Lieferung 54 und 73 dieses Handbuches mehr den Eiweißkörpern und „klassischen" Aminosäuren die Aufmerksamkeit geschenkt wurde, führt uns *M. Gug-*

genheim in seiner umfassenden Bearbeitung „biogener Amine" auf das ebenso interessante, wie vage Gebiet der Extraktivstoffe und Fäulnisprodukte, das schon manchem Mediziner, Physiologen und Chemiker ein weites Arbeitsfeld geboten hat und trotzdem auch heute noch so viele Unklarheiten birgt. Kein Wunder, wo uns die Natur vor ein Wirrsal von Körperklassen gestellt hat, deren einzelne Vertreter sich durch die unangenehmsten Eigenschaften organischer Verbindungen überhaupt auszeichnen. Und doch sind wir in ihrer Erkenntnis schon ein gutes Stück weiter gekommen, dank der umfangreichen und mannigfaltigen Isolierungsmethoden, die von verschiedenen Forschern mit großem Geschick ausgearbeitet sind. Ihre relativ kurze und deshalb übersichtliche Zusammenstellung, die Vor- und Nachteile nicht verschweigt, bildet den ersten Teil der Ausführungen *M. Guggenheims*.

An ihn schließt sich der zweite spezielle Teil an, der die einzelnen Verbindungen individueller behandelt. Der vorliegende Stoff ist zu umfangreich, um ihn detailliert zu besprechen. Es seien nur Einzelheiten hervorgehoben. So ist auf Seite 399 eine Verbindung, das Putrin, erwähnt, das von *Barger* für ein Dekarboxylierungsprodukt einer aus Casein erhaltenen Diamino-trioxydodeca-dicarbonsäure gehalten wird. Die Bestätigung dieser Vermutung wäre um so interessanter, als *E. Fischer* das Vorkommen der genannten Dicarbonsäure selbst als zweifelhaft hingestellt hat.

Im dritten Absatz hat *Guggenheim* noch zahlreiche Angaben über „biogene Amine unbekannter Struktur" gesammelt. Die Existenz dieser, häufig noch namenlosen Körper dürfte in vielen Fällen recht zweifelhaft erscheinen, obwohl das in der physiologisch-chemischen Literatur weit verstreute Material schon kritisch gemustert wurde. Wir finden die einzelnen Amine nach dem Richterschen Formelsystem geordnet und mit ihren wichtigsten Daten und Vorkommen gezeichnet.

Stofflich teilweise hinübergreifend knüpft *G. Trier* hier seine Besprechung methylierter Aminosäuren und Betaine an. Unter ihnen finden von der fachmännischen Hand des Autors Trigonellin, Stachydrin, Betonizin und Turizin eine besonders ausführliche Erläuterung.

Mit ebenso großem Interesse wird der Leser den Abhandlungen über das Gebiet der Oxy-Aminosäuren und ihrer Methylderivate begegnen; denn dieses Arbeitsgebiet zählt in jüngster Zeit zu den akuten Themen der Eiweißchemie. Einem speziellen Kapitel, der Carnitinfrage, widmet sich seit langem *R. Engeland*. Leider hat er jedoch bei seinen schönen Versuchen, wie das in Deutschland nur zu häufig der Fall ist, mit großen äußeren Schwierigkeiten zu kämpfen, und um so bedauerlicher ist es, daß seine Arbeiten vielfach unbekannt geblieben zu sein scheinen (vgl. z. B. *M. Tomita*, Zeitschr. f. Physiol. Chem. 1923).

Ob *Trier*, der das Vorkommen von N-Methylaminosäuren in Proteinen für unwahrscheinlich hält, mit seinen Zweifeln am isomeren Lysin von *Winterstein* aus Rizinussamen recht behält, scheint dem Referenten nach der neuen Synthese des δ-*N*-Metyhlornithin durch *K. Thomas* und seine Mitarbeiter doch noch sehr fraglich.

In einem getrennten Aufsatz führt *F. Ehrlich* die sondern z. B. auch die Darstellung der Raffinose. Auf arbeitung der Melasseschlempe gewonnen werden. Wir finden hier nicht nur die Aminosäuren und Betaine, sondern z. B. auch die Darstellung der Raffinose. Auf die Verwendung des Betainchlorhydrats als Urtiterssubstanz macht *Ehrlich* besonders aufmerksam.

Den umfangreichsten Teil des Werkes widmet *E. Waser* den biologisch wichtigen, aber nicht im Eiweiß vorkommenden Aminosäuren, eine Abhandlung, die erschöpfend noch alle die Verbindungen umfaßt, die der Proteinchemiker in den anderen Aufsätzen vermißt. In Anlehnung an das Neubauersche Abbauschema finden wir acht große Gruppen: aliphatische Aminosäuren, Oxysäuren, Ketosäuren, Aldehydsäuren, schwefelhaltige Verbindungen, Abkömmlinge der Phenylessig- und Mandelsäure, des Pyrrolidons und Piperidons und Abbauprodukte des Histidins. Durch reichliches Tabellenmaterial und Formelbilder erläutert, beleuchtet der Verfasser die einzelnen Verbindungen vom synthetischen und analytischen, wie auch physiologischen Standpunkt.

Wir besitzen also in diesem Buche eine praktisch gegliederte, übersichtlich angeordnete Zusammenstellung der gesamten auf- und abbauenden Eiweißchemie, die bis in die neueste Zeit reicht und jedem Experimentator ein wertvolles Hilfsmittel zu werden verspricht. Dem Referenten selbst hat es schon bei mancher Gelegenheit gute Dienste geleistet. Seine Benutzungsfähigkeit würde durch baldiges Erscheinen eines Inhaltsverzeichnisses außerordentlich gesteigert werden. *Herbert Schotte, Dresden.*

Lüppo-Cramer, Kolloidchemie und Photographie. Zweite völlig umgearbeitete Auflage. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1921. VIII, 112 S. und 8 Abbildungen. 14 × 22 cm.

Der Verfasser beklagte in der ersten Auflage seines Buches — nicht mit Unrecht — die mangelhafte Durchdringung der Photographie und besonders der photographischen Praxis von seiten der exakten Naturwissenschaften. Er lenkt, gestützt auf seine lange Erfahrung, unsere Blicke auf die vielfachen und engen Beziehungen, die zwischen Kolloidchemie und Photographie bestehen. In einem längeren Abschnitt wird das Problem des latenten Bildes behandelt, die Arbeiten von *Carey-Lea* über kolloidales Silber werden sehr eingehend besprochen, die verschiedenen Ansichten für und gegen die Existenz der Subhaloide gegeneinander abgewogen und schließlich die wohl jetzt allgemein anerkannte Ansicht vertreten, daß das latente Bild aus kolloidalem Silber besteht, das fest von dem Haloid umschlossen ist. In den andern Abschnitten werden das Halogensilber, die Gelatine, die Entwicklung und die Sensibilisierungsvorgänge — immer in kolloidchemischer Beleuchtung — vorgeführt. Man sieht immer wieder aus den vielen vom Verfasser gegebenen Anregungen, ein wie dankbares Gebiet die photographischen Probleme der exakten quantitativen Untersuchung bieten werden; verwiesen sei nur auf die physikalischen Änderungen der Silberhalogenide durch Strahlung, auf die ihrem Wesen nach noch völlig ungeklärte Sensibilisation durch Farbstoffe und schließlich auf die von *Lüppo-Cramer* aufgefundene Desensibilisation. Erschwert wird die Lektüre des Buches durch die mangelnde Definition vieler Spezialausdrücke, die *Lüppo-Cramer* bei der Darstellung seiner oft persönlichen Ansichten gebraucht, der Leser muß zum besseren Verständnis erst die sehr zahlreich zitierten Abhandlungen des Verfassers lesen. Auch scheint es dem Referenten, als wenn das Buch gerade durch seinen Zweck — den immer wiederholten Hinweis auf die Berührungspunkte von Kolloidchemie und Photographie, in seiner Einheitlichkeit gelitten hat. Im ganzen kann man aber sagen, daß es einen dankenswerten Versuch bildet, Kolloidchemiker und Photographen für ihre gegenseitigen Arbeitsgebiete zu interessieren. *W. Noddack, Berlin.*

The Svedberg, Die Methoden zur Herstellung kolloider Lösungen anorganischer Stoffe. Ein Hand- und Hilfsbuch für die Chemie und Industrie der Kolloide. 2. Auflage. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1922. XII, 507 S., 60 Abbildungen, zahlreiche Tabellen und drei Tafeln. 14 × 22 cm.

Das Buch ist ein unveränderter Abdruck der ersten, 1909 erschienenen Auflage. In der damaligen Besprechung (Naturwissenschaftliche Rundschau 1910, S. 269) hat der Referent das Werk des verdienten Forschers als eine wertvolle Ergänzung in praktischer Hinsicht zu den gerade erschienenen mehr theoretischen Werken über Kolloidchemie gekennzeichnet. Das Buch hat offenbar den verdienten Beifall gefunden. Um so bedauerlicher ist es, daß nur ein Wiederabdruck erscheint. In der Kolloidchemie dürfte doch seit 1909 einiges nachzutragen sein. *Alfred Cochn, Göttingen.*

Grube, Georg, Grundzüge der angewandten Elektrochemie. Band *I*: Elektrochemie wässeriger Lösungen. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1922. XI, 268 S. 15 × 22 cm.

Habers 1898 erschienener Grundriß der technischen Elektrochemie auf theoretischer Grundlage hat keine zweite Auflage gefunden. Es ist das bedauerlich, denn man hätte wohl gewünscht, auch das später Gewordene in des Verfassers eigenartiger und immer interessanter Auffassung dargestellt zu sehen.

Mehr auf gewohnten und bewährten Bahnen der Darstellung bewegt sich das Buch von *Grube*, dessen erster Band vorliegt. Es ist ein für den Studierenden, der eine kurze Einführung in das Gebiet wünscht, und dem das vorzügliche Werk *Försters* über die Elektrochemie wässeriger Lösungen zu ausführlich ist, sicher recht nützliches Buch. In der Anordnung des Stoffes folgt es derjenigen von *Förster*. Die technischen Verfahren sind sachgemäß und gut verständlich wiedergegeben. Ein zweiter Band soll die „Elektrochemie der Schmelzflüsse und der Gase sowie der elektrischen Öfen" behandeln.

Verschiedene Stellen des theoretischen Teils, besonders der Einleitung, könnten für eine Neuauflage Änderungen vertragen. Es ist nicht mehr angängig, zu schreiben: „Jedes Kation besteht aus einem Atom des betreffenden Elementes in Verbindung mit so viel positiven Elektronen, als seiner Wertigkeit entspricht". Auch die spätere Andeutung der neueren Anschauung gibt keine ausreichende Richtigstellung. Als erstes Beispiel für eine Elektrolyse wird ein Stück Eisen zwischen zwei Kupferbleche in eine „Kupfersalzlösung" gehängt. Das geht aber doch nicht bei Kupfersalzlösungen, an die der unbefangene Leser zunächst denkt. Zersetzt man geschmolzenes Bleichlorid, „so findet an der Anode Chlorentwicklung statt". Von der dazu erforderlichen Beschaffenheit der Anode, für die man nach dem Vorhergehenden an Blei denkt, ist nichts gesagt. Und so noch allerhand gerade auf den ersten Seiten. Im Späteren hat der Referent bei der Durchsicht kaum mehr etwas zu erinnern gefunden.

Das Buch trifft eine recht brauchbare Auswahl unter den technischen Verfahren. Dem Wunsch nach Erweiterung und Vertiefung des Gegebenen kommt eine große Zahl von Hinweisen auf die vorhandene Literatur entgegen, so daß es für die Einführung in das Gebiet durchaus empfohlen werden kann.

Alfred Cochn, Göttingen.

Neger, F. W., Grundriß der botanischen Rohstofflehre. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1922. Enkes Bibliothek für Chemie und Technik Band *6*. XVI, 304 S. und 130 Abbildungen. 15 × 23 cm. Preis Gz. 8,10.

Diese Rohstofflehre will ein Grundriß sein und schränkt sich deshalb ganz bewußt im Umfang des Gebotenen ein. Der Verfasser will, wie er sagt, dem arbeitenden Volk und insbesondere der studierenden Jugend ein gediegenes Wissen vermitteln unter Weglassung alles dessen, was zwar schön ist, aber nicht unbedingt notwendiges Beiwerk vorstellt. Seinen Zweck, ein klares und übersichtliches, jede Weitschweifigkeit vermeidendes Lehrbuch zu schreiben, hat der Verfasser vollständig erreicht. Mit der Einteilung des Stoffes nach chemischen Gesichtspunkten möchten wir uns völlig einverstanden erklären. Ebenso mit der Unterteilung der einzelnen Kapitel nach botanischen und morphologischen Gesichtspunkten. Auf gedrängtem Raum wird eine große Stoffülle geboten. Die dadurch bedingte Kürze vermeidet aber überall die Gefahr der Trockenheit. Und das Ganze gewinnt noch durch die zahlreichen guten Abbildungen an Anschaulichkeit. Das kleine Werk dürfte auch als Nachschlagebuch zur Orientierung über botanische Fragen der Rohstoffwirtschaft dem Kaufmann, Techniker und Fabrikchemiker nützlich sein, vor allem aber dem Studierenden und jedem anderen, der sich nicht die ausführlichen und kostspieligen Handbücher der pflanzlichen Rohstoffkunde beschaffen kann.

M. Bergmann, Dresden.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Die Kristallstruktur natürlicher und synthetischer Oxyde von Uran, Thorium und Cerium. (*V. M. Goldschmidt* und *L. Thomassen*, Videnskapsselskapets Skrifter I. Mat.-Nat. Klasse 1923 Nr. 2. Kristiania. S. 5—46.) Die äußerst interessanten Untersuchungen der Verfasser umfassen Studien über die Kristallstruktur der verschiedenen mineralogisch und petrographisch wichtigen natürlichen Oxyde von Uran und Thorium, die unter dem Namen Uranpecherz, Bröggerit, Cleveit und Thorianit bekannt sind, sowie über die Struktur der reinen Oxyde der gleichen Elemente wie UO_3, U_3O_8, UO_2, ThO_2 und CeO_2. Die Ergebnisse der Untersuchung liefern einen wertvollen Beitrag zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Uran- und Thoroxydminerale und ihrer isomorphen Beziehungen. Sie sind besonders im Hinblick auf die radioaktiven Eigenschaften dieser Minerale bemerkenswert, so daß ein kurzer Bericht auch an dieser Stelle geboten sein dürfte.

a) Apparatur und Methode. Die Untersuchungen wurden mit Hilfe der Röntgenstrahlen vorgenommen. Da die meisten der künstlich hergestellten Oxyde nur als feines Pulver dargestellt werden konnten, kam in erster Linie die Debye-Scherrer-Methode in Betracht, dagegen wurden von Bröggerit- und Thorianitkristallen auch deutliche Laudiagramme erhalten. Als Röntgenröhre kamen eine Hadding-Siegbahnsche Metallröhre mit Eisenantikathode, für die Laueaufnahme eine Coolidgeröhre zur Verwendung. Als Kamera diente das Haddingsche Modell (Radius der Filmtrommel 49,4, 49,8 mm, Durchmesser der Blende 2,6 mm, Länge 30 mm), die Substanz wurde in zylindrischen Gelatinehülsen von 2 mm Durchmesser eingebettet. Bei der Berechnung der Filme wurden die Korrektionen be-

züglich Stäbchendicke und Divergenz des Primärstrahlbündels angebracht.

b) Herstellung der Präparate. Die zur Untersuchung verwendeten Uranoxyde wurden aus Uranylacetat auf dem Wege über Uranylnitrit hergestellt, das Thoriumoxyd wurde durch Glühen aus Thoriumcarbonat von *Kahlbaum* erhalten, ebenso das Ceriumoxyd aus Cernitrat. Durch Umkristallisation des letzteren durch 20stündiges Behandeln mit Kaliumbisulfat von 500—900° steigend nach dem Verfahren von *Sterba* ließen sich bis 0,05 mm große, isotrope grünliche Kristalle in Form von Oktaedern mit Würfel erzeugen. Bröggerit, ein sehr frischer Thoruranin mit oktaedrischem Habitus lag in glänzend tiefschwarzen 1—2 cm großen Kristallen von Karlhus, Raade vor. Ein Kristall wurde gepulvert und ausgesucht reines Material zur Debye-Scherrer-Aufnahme benutzt. Aus anderen Kristallen wurden Platten nahezu parallel einer Oktaederfläche und Würfelfläche zu Laueaufnahmen geschliffen. Der Cleveit, ein sehr alter Thoruranin, mit in der Regel würfeligem Habitus, wie er in Granitpegmatitgängen der norwegischen Südküste vorkommt, zeigt häufig eine Hülle aus orangegelbem Urantrioxydhydrat und schwefelgelbem Uranylkarbonat (Rutherfordin), mitunter in konzentrischer Anordnung. Ein großer Kristall von Svinör (5 cm Durchmesser) lieferte aus dem innersten Kern tiefschwarze deutlich kristalline isotrope Substanz. Zur Pulveraufnahme, aus einem 2 cm großen Kristall von Auselmyren bei Twedestrand, der außen wie oben erwähnt metamikt umgewandelt war, wurde Substanz des dunklen Kernes möglichst nahe der gelben Hülle herauspräpariert. Schließlich kam noch Cleveit von Arendal zur Untersuchung, der fast völlig ThO_2frei ist und fast ausschließlich UO_3 enthält. Das Uranpecherz wurde aus Handstücken von Joachimstal präpariert, das Pulver erwies sich völlig isotrop. Der untersuchte Thorianit bestand aus bläulichschwarzen stark glänzenden Kristallen mit der Fundortangabe Galle Distrikt, Ceylon. Die 2 mm großen Würfel waren Zwillingskristalle nach dem Spinellgesetz, wie bei den bekannten Zwillingen von Flußspat.

c) Ergebnisse. Es wurden untersucht: 1. Urandioxyd UO_2 aus UO_3 durch Erhitzen im Wasserstrom bei 1200° gewonnen, aus grünlichgelben, optisch isotropen Kristallen bestehend, ergab bei 40 Minuten Belichtung kräftige Linien auf dem Film. Das Kristallsystem ist isometrisch, die Kantenlänge des Elementarwürfels beträgt 5,47 Å (1 Å $= 10^{-8}$ cm). Aus Dichte 10,95 und Molekulargewicht 270,2 findet sich die Zahl der Moleküle im Elementarwürfel zu $n = 4$. Die weitere Untersuchung der Atomanordnung ergibt als wahrscheinlichste Struktur einen flußspatähnlichen Aufbau. Zum gleichen Ergebnis führte die Aufnahme eines grünlichbraunen Präparates von UO_2, das aus U_3O_8 durch 2½stündiges Glühen bei 900° C im Wasserstoffstrom erhalten war. — 2. Uranoxydoxydul U_3O_8 aus UO_3 durch Glühen in Luft hergestellt, wurde einmal bis 785°, das andere Mal weitere 8h bis 1040° erhitzt. Das Pulver erwies sich unter dem Mikroskop als doppelbrechend. Damit stimmt auch die Röntgenuntersuchung überein. Beide Präparate zeigen das identische Ergebnis, daß U_3O_8 keine kubische Struktur besitzt. Das Kristallsystem selbst konnte bisher nicht ermittelt werden. — 3. Urantrioxyd UO_3 aus Ammoniumurannat durch 16stündiges Erhitzen auf 230° und späteres 20stündiges Erhitzen auf 260—270° dargestellt, ließ unter dem Mikroskop keinerlei kristalline Beschaffenheit erkennen. Das Pulver enthielt etwas H_2O. Die Debye-Scherrer-Aufnahmen zeigten nur einige verwaschene Andeutungen von Interferenzringen, so daß die Substanz UO_3 praktisch als amorph angesehen werden kann; jedenfalls liegt ein außerordentlich hoher Dispersitätsgrad vor. Neben den genannten verwaschenen Ringen sind außerordentlich schwache Andeutungen von Linien erkennbar, die sich aber mit großer Wahrscheinlichkeit als dem U_3O_8 zugehörig erweisen. Somit wäre bewiesen, daß beim Erhitzen von UO_3 in Luft bereits bei 270° etwas U_3O_8 gebildet wird. — 4. Thoriumdioxyd, durch Glühen aus Thoriumkarbonat einmal ohne, das andere Mal mit Zusatz von Borax und Kochsalz bei verschiedenen Temperaturen hergestellt, besitzt kubische Struktur wie Urandioxyd. Der Elementarwürfel mit 4 Molekülen hat 5,61 Å Kantenlänge. Während die Th-Atome ein flächenzentriertes Gitter bilden, ist die Lage der O-Atome wie beim UO_2 nicht sicher feststellbar. Sehr wahrscheinlich ist eine Anordnung wie im Flußspat. — 5. CeO_2, in der oben erwähnten Weise dargestellt, ergab eine analoge Struktur wie ThO_2 und UO_2. Die Kantenlänge des Elementarwürfels ist 5,41 Å. Die Beobachtungen der Schwärzungen der Interferenzlinien sprechen zugunsten einer Atomanordnung ähnlich wie im Flußspat.

d) Chemische Zusammensetzung und Atomanordnung der Uranoxydminerale. Bröggerit, Cleveit und Thorianit zeigen deutlich kubische Kristallstruktur. Bei Bröggerit und Thorianit wurde außerdem durch Laueaufnahmen erwiesen, daß die kristalline Substanz einheitlich durch den ganzen Kristall parallel orientiert ist in Übereinstimmung mit der äußeren Kristallbegrenzung. Die Verzerrungen der Interferenzflecke zeigen indessen, daß Störungen im Kristallbau vorhanden sind, deren Natur sich vorläufig nicht bestimmen läßt. Es ist bemerkenswert, daß selbst ein so altes Mineral wie der Cleveit von Auselmyren, welcher völlig muscheligen Bruch zeigt und in weitgehendem Maße umgewandelt ist, noch so deutliche Interferenzen liefert. — Uranpecherz von Joachimstal ist kristallin (evtl. neben amorphen Stoffen), jedoch befindet sich die kristalline Substanz in stark dispersem Zustand (Korngröße zwischen 10^{-4} und 10^{-7} cm). Die Kriställchen zeigen isometrisches Kristallsystem, ihre Struktur entspricht ganz der des Urandioxydes (Flußspatbau), die Kantenlänge des Elementarwürfels $a = 5,42 - 5,45 \times 10^{-8}$ cm ist etwas kleiner als beim reinen UO_2, wohl infolge isomorpher Vertretung des Urans durch Atome mit kleinerem Volumen. — Cleveit zeigt die Atomanordnung des UO_2, trotzdem er größtenteils aus UO_3 besteht. Er ist somit als eine feste Lösung von Sauerstoff in UO_2 aufzufassen, wobei ersterer wohl erst sekundär bei niedriger Temperatur in das Kristallgitter eingetreten ist. Nach Erhitzung auf etwa 800° tritt eine völlige Umgruppierung des Gitters ein, die Struktur entspricht nunmehr dem U_3O_8. Dahingegen zeigt sich beim Glühen von Bröggerit keine Veränderung, die UO_2-Linien treten in unveränderter Stärke auf.

Während bisher die Zusammensetzung dieser Minerale gewöhnlich als U_3O_8 angenommen wurde und diese selbst der Spinellgruppe zugeordnet werden, zeigt die Röntgenuntersuchung, daß Bröggerit, Cleveit und Thorianit als isomorphe Mischungen der Dioxyde von U, Th, Ce und vielleicht Uranblei aufzufassen sind. Damit werden die Untersuchungen von *W. R. Dunstan* und *G. S. Blake* (1906) bestätigt, daß Thorianit und Uraninit als ThO_2 und UO_2 isomorph sind. Indessen ist nicht der *ganze* Sauerstoffüberschuß in den Urani-

nitmineralen sekundär, sondern es dürfte eine gewisse Menge Sauerstoff im Überschuß über die Formel RO_2 von vornherein in fester Lösung in den Mineralien enthalten gewesen sein. Schon *Hillebrand* hat bekanntlich isomorphe Mischungen von UO_2 und UO_3 synthetisch dargestellt.

Es erhebt sich die Frage, in welcher Weise diese überschüssigen Sauerstoffatome im UO_2-Gitter eingebaut sind. Die Verfasser diskutieren sie in Hinsicht auf ein ähnliches Gruppierungsproblem, das durch die Aufnahme überschüssiger Fluoratome bei der isomorphen Vertretung von CaF_2 durch YF_3 im Yttrofluorit auftritt. Debye-Scherraufnahmen von Fluorit aus Hesselbach (Baden) und Yttrofluorit von Hundholmen in Nordnorwegen zeigen, daß beide Mineralien nahe verwandte Struktur besitzen, das Yttrium tritt an die Stelle der Kalziumatome in das von diesem gebildete flächenzentrierte Würfelgitter ein, wogegen die Fluoratome entweder vollständig umgruppiert werden oder zum Teil auf ihren Plätzen verbleiben, wobei die überschüssigen diejenigen Positionen einnehmen, die im Gitter noch am ehesten Platz bieten. Genauere Aussagen lassen sich jedoch zurzeit nicht machen. Es sei erwähnt, daß bei dieser Substution sich die Kante des Elementarwürfels nur sehr wenig von 5,47 auf 5,49 Å (0,37 %) ändert. Von den übrigen Bestandteilen der Uranoxydminerale ist als sicher anzunehmen, daß Thorium und die kleine Menge Cer als Dioxyde in Vertretung von UO_2 von vornherein im Gitter vorhanden waren.

c) Radioaktivität und Gitterbau. Die Verfasser diskutieren schließlich noch das Verhalten der einzelnen Atome als Gitterbausteine bei radioaktiven Umwandlungen. Bei der Umwandlung des Urans zu Uranblei werden eine Reihe von Zuständen durchlaufen, die sich wie etwa die Emanation durchaus nicht dem Valenzschema von vierwertigem Uran oder Blei einordnen lassen. Nähere Vorstellungen lassen sich hierüber aber zurzeit nicht bilden, aus den Untersuchungen scheint hervorzugehen, daß die als Endprodukt entstandenen Bleiatome sich im Gitter am Orte der ursprünglichen Uranatome befinden, so daß der Bröggerit gewissermaßen als isomorpher Mischkristall von UO_2 und ThO_2 und Dioxyd des Uranbleies aufzufassen ist, wobei letzteres erst sekundär in Kristall entstand. Sehr schwierig ist es auch, sich von der Anordnung der abgespaltenen Heliumatome eine Vorstellung zu machen. Da beim Zerfall eines Uranatomes in Uranblei je acht Heliumatome entstehen, so sind im Bröggeritkristall bis heute nahezu ebensoviele Heliumatome frei geworden, als ursprünglich Uranatome im Gitter enthalten waren. Der größte Teil dieser Heliumatome ist im Kristall selbst abgebremst worden und erst allmählich später herausdiffundiert. Die Untersuchungen der Verfasser haben das auffällige Resultat ergeben, daß trotz der großen Substanzumwandlungen und der z. T. hierauf, z. T. auf das Abbremsen der Heliumatome zurückzuführenden Energieänderungen das Raumgitter nicht zerstört worden ist, sondern daß Bröggerit und Thorianit noch gänzlich oder größtenteils ihre ursprüngliche Atomanordnung besitzen.

Die Gitterdimensionen der untersuchten Substanzen sind in der Tabelle zusammengestellt. Die Atomanordnung ähnelt bei allem der des Flußspates, die Metallatome bilden flächenzentrierte Würfelgitter.

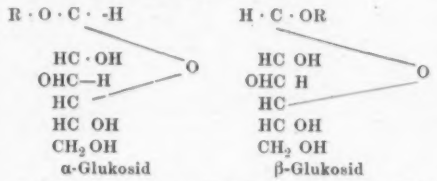
Substanz	Kristallsystem	Kantenlänge des Elementarwürfels	Zahl der Moleküle i. Elementarwürfel	Dichte nach Landolt-Börnstein	Dichte aus Röntgendaten
CeO_2	kubisch	5,41 Å	4	6,739— 7,99	7,181
UO_2	„	5,47 „	4	10,15 —10,95	10,896
ThO_2	„	5,61 „	4	9,861— 9,876	9,870
Uranpecherz	„	5,42—5,45 Å	4		
Cleveit	„	5,47 Å	4		
Bröggerit	„	5,47 „	4		
Thorianit	„	5,57 „	4		
Flußspat	„	5,47 „	4	3,150— 3,163	3,1485
Yttrofluorit	„	5,49 „	4		

Den Schluß der interessanten Arbeit bildet eine röntgenspektroskopische Analyse des Ceriumdioxydes nach der Haddingschen Methode, die bei der Untersuchung analytischer Produkte und synthetischer Präparate ausgezeichnete Dienste leistet und in der Zukunft immer weitere Verbreitung auch in der Praxis finden dürfte. *E. Schiebold.*

Ein besonders hafniumreiches Mineral wurde mit Hilfe der Röntgenspektroskopie von *V. M. Goldschmidt* und *L. Thomassen* (Saertryk av Norsk Geologisk Tidsskrift Band *VII*, Heft 1) aufgefunden. Unmittelbar nach Bekanntwerden der ersten Zeitungsnachrichten über die Entdeckung des Elementes 72 (Hafnium) durch *Coster* und *v. Hevesy* untersuchten die Verfasser Proben von Malakon und Alvit. Diese beiden Zirkonmineralien waren schon früher durch ihr schwankendes spezifisches Gewicht aufgefallen. Die Röntgenspektrogramme der geprüften Stücke zeigten, daß beide Minerale beträchtliche Mengen des neuen Elementes enthalten. Wie spätere Untersuchungen ergaben, wechselt zwar der Prozentgehalt stark von Probe zu Probe, die Verfasser waren aber insofern vom Glück begünstigt, als einer ihrer Alvite mit einem Prozentgehalt an Hafnium von rund 20 das hafniumreichste Mineral ist, das bisher zur Untersuchung kam. Wenn es gelingen sollte, größere Mengen Alvit dieser Beschaffenheit aufzufinden, würde darin ein sehr geeignetes Ausgangsmaterial für die Hafniumdarstellung vorliegen. *Fritz Paneth.*

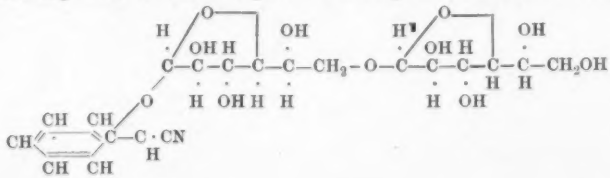
Die Konstitution des Amygdalins. Von den Glukosiden ist eines der am längsten bekannten das in Mandeln vorkommende *Amygdalin*, das schon vor fast 100 Jahren von *Robique* und *Boutron-Charlard* entdeckt wurde. Mit ihm zusammen kommt in den Mandeln das Ferment Emulsin vor, das das Glukosid spaltet; und da diese Spaltung von keinen geringeren als *Liebig* und *Wöhler* entdeckt und studiert wurde (1837), so war man schon lange über die Elementarbestandteile des Glukosids unterrichtet, denn es zerfällt leicht, entsprechend der Formel

$C_{20}H_{27}NO_{11} + 2\,H_2O = 2\,C_6H_{12}O_6 + C_6H_5 \cdot CHO + HCN$, in zwei Moleküle Glukose, Benzaldehyd und Blausäure. Nur über die Bindung der Glukosemoleküle war man nicht ganz im klaren. Bekanntlich hat *E. Fischer* die Glukoside entsprechend ihrem Verhalten gegenüber Fermenten in zwei Klassen eingeteilt, in die α-Glukoside, die von Bierhefe (bzw. deren Fermenten) und in die in der Pflanzenwelt am meisten verbreiteten β-Glukoside, die von Emulsin gespalten werden, beide Reihen unterscheiden sich stereochemisch entsprechend den beiden folgenden Formelbildern:



Die Bindung der Blausäure an den Benzaldehyd und das Vorkommen eines Moleküls β-Glukose war gesichert durch den Nachweis der Entstehung von l-Mandelsäurenitril-β-Glukosid bei der Einwirkung von Amygdalin, dessen optischer Antipode das d-Mandelsäurenitril-β-Glukosid, das Sambunigrin, interessanterweise auch in der Natur von *Bourquelot* und *Hérissey* (in den Blättern von Sambucus niger) gefunden war. Seine Konstitution wurde auch durch die Synthese von *Fischer* und *Bergmann* gesichert. Nur über die Art des zweiten Zuckermoleküls bzw. seine Bindung war man sich nicht im klaren. Die früher meist gemachte Annahme, daß die zwei Glukosemoleküle als Maltose vorkämen, ist sicher nicht richtig, man nahm vielmehr neuerdings eine Kombination von α- und β-Glukose an, indem man entsprechend den obigen Glukosidformeln auch zwei Glukoseformen unterscheidet, die sich durch ihr Drehungsvermögen (die α-Form dreht erheblich stärker als die β-Form) kennzeichnen.

Hier setzen nun neuere Untersuchungen ein, die in Heft 4 der Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft 1923 von *R. Kuhn* aus dem Willstätterschen Laboratorium veröffentlicht werden. Schon vor 20 Jahren hat *Armstrong* einen Zusammenhang von Malzzucker und α-Glukose in der Art nachgewiesen, daß er die Mutarotation des Traubenzuckers, der bei der Hydrolyse entsteht, untersuchte. Bildet sich nämlich die hochdrehende α-Form, so findet infolge der Mutarotation eine *Abnahme* der spezifischen Drehung von 110° auf 52,5° statt, während umgekehrt, wenn β-Glukosid entsteht, eine Drehungs*zunahme* von 19° auf 52,5° zu konstatieren sein muß. *Kuhn* konnte nun zeigen, daß bei der Spaltung des Amygdalins nach der Sistierung der Enzymwirkung durchweg starke Drehungs*zunahme* zu beobachten war, wodurch bewiesen ist, daß beide Glukosereste in der β-Form vorliegen, so daß sich im Zusammenhang mit den älteren Versuchen als definitive Formel des Amygdalins die folgende räumliche Anordnung ihrer 59 Atome ergibt:



Die bisherige Konstitutionsbestimmung mit Hilfe der Fermentwirkung ist also doch nicht von der Schärfe wie *E. Fischer* ursprünglich annahm, was ja auch insofern plausibel ist, als es sich bei den Fermenten sicherlich nicht um einheitliche chemische Individuen handelt. Zu einem vollen Erfolg kann aber die Fermentwirkung führen, wenn man ihre Feststellung kombiniert mit der anderer physikalischen Konstanten, wie in diesem Fall der Mutarotation. *S.*

Geographisches aus Südamerika. Eine äußerst wertvolle Gesamtübersicht über alle bisher erschienenen geologischen Karten von Südamerika unter Ausschluß bloßer Struktur- und Lagerstättenkarten enthält *Henry B. Sullivans „A Catalogue of geological maps of South America"*, New York 1921. Die Liste zählt 209 Titel mit Anführung der dargestellten Fläche nach Länge und Breite, des Maßstabes, der Blattgröße und der Anzahl der unterschiedenen Formationen. Ein angefügtes Kartennetz zeigt die Dichte der Aufnahmen und läßt den Grad der Durchforschung erkennen. Hiernach ist am besten bekannt das mittlere und nördliche Chile und der angrenzende Teil Argentiniens. Im nördlichen Chile liegen nur punktweise Aufnahmen kleinerer Gebiete in mittlerem Maßstabe vor. Der nördliche Kordillerenabschnitt nimmt eine Mittelstellung ein. In den europäischen Kolonien Guayanas steht das französische erheblich gegen das britische und niederländische Gebiet zurück. Auffallend rückständig erscheint auch Brasilien, wo nur im Gebiet der Nordoststaaten die Aufnahmen sich drängen, wo aber selbst die Umgebung der Hauptstadt nur in 1 : 2 500 000 kartiert ist. Rund ein Viertel der Autoren sind Deutsche oder doch deutschen Namens.

Das genannte Buch erscheint im Rahmen eines größeren von der *American Geographical Society* eingeleiteten Werkes, das einerseits eine Karte des spanischen Südamerikas, andererseits eine Reihe von Veröffentlichungen umfaßt, die gleichsam zur Erläuterung jener dienen. Dies ist in engerem Sinne der Fall bei *Alan G. Ogiloies „Geography of the Central Andes, a handbook to accompany the La Paz sheet of the map of Hispanic America on the millionth scale"*, New York 1922; einem Buche, welches nach Anführung der literarischen Grundlagen des Kartenblattes eine länderkundliche Darstellung des von ihm umfaßten Gebietes gibt.

Ein altes Problem in der Hydrographie Südamerikas löst in überzeugender Weise der früher in Argentinien, jetzt in Brasilien tätige Forscher *Rudolf Herrmann*, dessen biologische Arbeiten früher in den Naturwissenschaften gewürdigt worden sind (vgl. Jahrgang 10, S. 238). Der Titel seiner Schrift *„Die Anzapfung des Alto Paraná-Uruguay und die Entstehung der Lagune Iberá"*, Buenos Aires 1920, enthält Problem und Lösung zugleich. Jenes liegt in dem merkwürdigen Übergreifen des La-Plata-Systemes auf das brasilische Bergland, diese erklärt, daß der Höhenunterschied zwischen dem Berg- und dem Tieflande des La Plata einem ur-

sprünglichen Nebenflusse des Tieflandsystemes starke Erosionskraft verliehen hat, so daß es zur Anzapfung des im Titel genannten alten Stromlaufes und zur Köpfung des heutigen Uruguay kam.

Über die Ergebnisse seiner jüngsten Reise im nordwestlichen Südamerika (vgl. auch Naturwissenschaften Jahrg. 8, S. 351) berichtet *A. Hamilton Rice* im Bulletin of the Geographical Society of Philadelphia. Der Titel der Abhandlung *„The Rio Negro, the Casiquiare canal and the upper Orinoco"* läßt neue Befunde über die immer noch ungeklärte Frage nach der Orinocogabelung erwarten. Indessen ist die Reise, die das seit *Humboldt* typische Bild dieser Gegenden aufs neue bestätigt, in diesem Punkte nicht sehr ergebnisreich gewesen, denn sie bringt nichts wesentlich Neues. Immerhin machen die Angaben über Gefäll und Strömung des Verbindungskanals die Annahme wahrscheinlich, daß es sich in der Tat um eine echte „Bifurkation" des Orinoco handelt, d. h. eine Aufspaltung des aus dem Hochland in sehr ebenes Gelände eintretenden Stromes, von dem ein Zweig zufällig das nahe Rio-Negro-Netz erreicht. Unterstützt würde ein solches Verhalten werden durch die Zusammensetzung des Bodens aus leicht zu erodierenden Tonen und Sanden und durch das Hochwasser des oberhalb der Gabelung in einem Felstale gestauten Stromes, das den einmal eingeschlagenen Weg rasch vertiefen konnte.

Eine Reise in den peruanischen Hoch- und Ostkordilleren (Sonderabdruck aus den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Wien 1922) hat 1920 der bekannte Polarforscher *Otto Nordenskjöld* ausgeführt im Anschluß an seine Untersuchung über die häufig als „Inlandeis" bezeichneten Eisfelder der patagonischen Kordilleren. Ihr Ziel war die Aufsuchung von Spuren der älteren Vergletscherung in der Hochsierra und die Erforschung der noch immer wenig bekannten Osthänge der östlich Lima gelegenen Kordillere. An der Expedition beteiligte sich auch das peruanische naturhistorische Universitätsmuseum. Die Route führte von der Bergstadt Oroya aus in beschwerlicher Flußfahrt auf dem früher von *Werthemann* befahrenen, schnellenreichen Perenéflusse zum Tambo, einem Nebenflusse des Ucayali, und zu Lande zurück. Eindrucksvoll wird der scharfe Gegensatz der Hochgebirgslandschaft und des tropischen Gehänges geschildert, wo zwei Tagesmärsche aus Bananenpflanzungen in die öde Paramoregion führte, in der nachts das Wasser gefror. Hier wurde in 4500 m auch ein mächtiger Gletscher von ausgesprochen norwegischem Plateautypus entdeckt, ein bemerkenswerter Befund für dieses Gebiet. Unterwegs trat *Nordenskjöld* auch mit dem am weitesten westwärts vorgeschobenen Zweige der Aruakvölker, mit dem wenig studierten Stamme der Kampasindianer, in Berührung, der sich von Jagd und Fischfang wie von der Haine bildenden Yukka nährt. Die Ansiedelungsbedingungen für Europäer werden günstig beurteilt im inneren Hochlande, demnächst in dem bewässerungsfähigen Küstengebiete, während das Ostkordillerenland trotz erträglichen Klimas seiner Abgelegenheit wegen wenig aussichtsreich erscheint.

Brandt.

Astronomische Mitteilungen.

Sternbegegnungen mit kosmischen Staubnebeln. In gedrängtester Kürze sei der Inhalt eines unveröffentlichten Werkes mitgeteilt, das die Folgen von Sternbegegnungen mit kosmischen Staubnebeln in Form einer Arbeitshypothese erörtert und in vielen astro- und geophysikalischen Phänomenen aufzudecken bemüht ist.

1. Nach *Seeliger* sind die Novae dichte, abgekühlte, in homogene Staubnebel eindringende Sterne. Nebeldurchdringungen sind aber mit Rücksicht auf die großen Abstände der kosmischen Massen unwahrscheinlich.

Bloße Annäherungen aber können schon vermöge der damit verbundenen *Gleichgewichtsstörungen* katastrophale Folgen auslösen. Wenn der Nebel nicht die von *Seeliger* vorausgesetzte homogene Struktur, sondern einen dichteren Staubkern mit dünneren, weit abstehenden Staubnebelbegleitmassen besitzt, so werden diese aus dem schwachen Schwerefeld des Kernes in das weit überwiegende eines entfernt vorbeiziehenden, massenreichen, dichten Sternes abgelenkt und kometenartig sich ihm angliedern. Im Periastron des Sternes erleiden die Kometen unausgesetzte Zusammenstöße, ihre hyperbolischen Bahnen werden in parabolische, schließlich in elliptische umgewandelt, und der Stern wird in eine, zu ihm exzentrisch gelagerte, meteoritische, glühende Hülle eingeschlossen, deren Massenübergewicht im Periastron liegt und deren Rotationsachse zu der des Sternes stark geneigt ist. Dieses, zu einem einheitlichen Gravitationssystem verbundene Kreiselpaar hat einen von den Schwerpunkten und Achsen der beiden Komponenten verschiedenen gemeinsamen Schwerpunkt bzw. freie Achse, um welch letztere die Achsen der Komponenten so lange Oszillationen vollführen, bis alle Schwerpunkte und Achsen zusammenfallen. In jeder Komponente oszillieren wieder die neuen Rotationsachsen um die früheren, und es muß schließlich jede Komponente in dem für die Kreiselbewegung charakteristischen Streben, die alte Gleichgewichtslage beizubehalten, hierzu geeignete oszillatorische Massenverschiebungen vornehmen.

Es wird also der Stern seine schmelzflüssigen und gasförmigen Massen aus dem überbelasteten Periastron ins Apastron verschieben, wo starke Verdichtungen zustandekommen, welche die Massen ins Periastron zurückwerfen, also einen andauernden Oszillationsprozeß einleiten, der durch einen analogen, in der Hülle, aber in entgegengesetzten Phasen verlaufenden im Gange erhalten wird.

Bei den dunkeln, dichten und massenreichen Sternen wird nach *A. S. Eddington* der im gasförmigen Inneren herrschende, nach außen wirkende Strahlungsdruck so groß, daß er der von außen nach innen wirkenden Gravitation nahezu die Wage hält und ein an Instabilität grenzender Zustand eintritt, der zur Sprengung des Sternes führen muß, wenn eine an sich geringe, von innen nach außen wirkende Zusatzkraft hinzutritt. Diese wäre nun in den auch im Sterninnern auftretenden Oszillationen zu erblicken, welche alsbald die Sternkruste sprengen und eine enorme Volumenvergrößerung herbeiführen. Diese in erster Linie, sodann die Leuchtprozesse der glühenden Hülle bewirken das Aufleuchten der Nova. Durch die Expansion des Sternes und die damit verbundenen, zunächst nur relativ geringfügigen Gaseruptionen wird die meteoritische Hülle immer wieder zerstört, sie bildet

sich aber stets erneut und stabilisiert sich schließlich, worauf jene periodischen Lichtschwankungen auftreten, welche denen der kurzperiodisch Veränderlichen des Typus δ Cephei analog sind und den Oszillationen der Hülle entstammen. Wenn diese auf uns zuschwingt, erzeugen die Massenverdichtungen Temperatur-, Licht- und Druckvermehrung, und dementsprechend veränderten Spektralcharakter.

Diese Schwingungen finden aber ihr Ende, wenn der Stern, der noch durch längere Zeit seine feurigflüssige Kruste trotz der vereinzelten Gaseruptionen bewahrt hatte, gesprengt wird und durch totalen Gasausbruch sich in einen den planetarischen Nebeln ähnlichen Nebelstern verwandelt, wodurch die meteoritische Hülle gänzlich zerstört wird.

2. Besaß der Stern noch ein hinlängliches Maß von Stabilität, so kommt es nicht zu dieser völligen Auflösung; der Kern mit seiner schmelzflüssigen Rinde und die Hülle bleiben erhalten, vollführen dauernd die geschilderten Oszillationen und zeigen somit das Bild der kurzperiodisch Veränderlichen vom Typus δ Cephei, ζ Geminorum und R R Lyrae bis R Sagittae. Sie galten bisher als Doppelsterne mit überaus großer Bahnexzentrizität und außerordentlich geringer Masse der zweiten Komponente. Bei vielen sind beide Komponenten des Doppelsternsystems spektralanalytisch nachgewiesen. Nach der Hypothese des Verfassers wäre hier außer dem Spektrum der Hülle das des Sternkernes wahrnehmbar. Der Begriff des spektroskopischen Doppelsternes wäre dann einer Revision zu unterziehen.

3. Bei unserer Sonne wäre die Hülle als Photosphäre und die Sonnenflecken als deren Lücken aufzufassen, letztere durch vulkanische Eruptionen des Sonnenkernes erzeugt, deren Periodizität durch eine hier noch immer als stehende Welle herrschende, von den Polen gegen den Äquator verlaufende oszillatorische Massenverschiebung hervorgerufen würde.

4. Auch die Planeten scheinen (vielleicht mit Ausnahme der durch geringe Albedo gekennzeichneten Merkur und Mars) als Resultat der Nebularbegegnungen Staubsphären zu besitzen, am deutlichsten an Jupiter erkennbar, dessen Gürtel und Streifen dicht aneinander gereihte Flecken, also Lücken in der Staubsphäre darstellen, welche durch vulkanische Eruptionen des Kerns hineingerissen wurden. Auch hier wären die Oszillationen aus den Verschiebungen der Gürtelzonen und ihrer Beschränkung auf die Äquatorgegend zu erschließen.

Analoge Verhältnisse lassen auch für den Saturn die Staubsphäre annehmen; sein Ring wäre das Ergebnis der Oszillationen in der Saturnatmosphäre, welche als stehende Welle am Äquator Staubteilchen als Ringscheibe in den Raum hinausstießen.

Einzelne Jupitertrabanten zeigen heute noch die Oszillationen in ihren kurzperiodisch wechselnden, bald kreisförmigen, bald elliptischen Formen, deren Analogie mit den δ-Cephei-Sternen schon bisher hervorgehoben wurde.

5. Ähnlich der Venus (deren Albedo mit der der Erde gleich groß ist und deren Atmosphäre nicht den geringsten Einblick auf die Venusoberfläche gestattet) scheint auch die Erde eine Staubhülle zu besitzen; da diese als Sitz elektrischer Wirkungen, insbesondere der durchdringenden Strahlung der höheren Atmosphäre, der Luft- und Gewitterelektrizität und gewisser Erscheinungen des Erdmagnetismus, insbesondere der säkularen und der täglichen Variationen sowie der Störungen anzusehen wäre, schlägt der Verfasser für sie die Bezeichnung „Elektrosphäre" vor.

Auch die Phänomene der Morgen- und Abendröte, der Purpurlichter und des Alpenglühens, welche nach deren Theorie das Vorhandensein einer Schicht feinster beugender Teilchen in großer Höhe fordern, können durch die Hypothese der Elektrosphäre erklärt werden. Die halbtägige und dritteltägige Luftdruckschwankung entstammen einer gezeitenähnlichen Schwingung der Elektrosphäre, als Resultat einer elektrodynamischen Anziehung zwischen der Elektrosphäre und einem Erdring (Zodiakallichtring). Nähere Ausführungen können vorderhand im Rahmen dieses Referates nicht gegeben werden.

6. Sowohl aus der derzeitigen Konfiguration der Erdoberfläche als aus dem geologischen und paläoklimatologischen Befund können wiederholte Begegnungen des Sonnensystems mit kosmischen Nebeln erschlossen werden.

Durch die exzentrische Angliederung einer dichten Staubsphäre an die Erde erleidet sie die bereits oben dargelegten Gleichgewichtsstörungen mit den darauf folgenden äußerst lang dauernden Oszillationen in der Staubsphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre und Pyrosphäre, welche bremsend wirken, daher die Erdrotation verlangsamen und die Erdachse verlängern. Diese gerät in Oszillationen, welchen sich die Äquatoraufwölbung und die polaren Abplattungen anpassen müssen. Die Erdkruste wird durch Spalten und Brüche in Schollen zerrissen.

Als Folge finden wir: Aufstauung der Faltengebirge, regen Vulkanismus, mechanische, vom barischen und thermischen Gradienten unabhängige, vollkommene Durchmischung der Atmosphäre und Hydrosphäre. Die teilweise Verbrennung des kohlenwasserstoffreichen meteoritischen Staubes vermehrt den Kohlensäure- und Wasserdampfgehalt der Atmosphäre.

Daher tritt zunächst erdumspannend warmes, feuchtes Klima ein; dann nach Absinken des Großteils der Staubsphäre in die Atmosphäre und Abflauen der Oszillationen treten infolge Abkühlung und Niederschlags des jetzt überschüssigen Wasserdampfs an den seither aufgestauten hohen Gebirgen Eiszeiten auf.

Weitere Details dieses für die Beweisführung des Verfassers besonders wichtigen Abschnitts können derzeit wegen Raummangels nicht mitgeteilt werden.

Ernst Khuner.

Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften in Wien 1922.

22. Juni.

Das w. M. Hofrat *G. Jäger* überreicht eine Abhandlung von *Adolf Smekal* mit dem Titel: **Zur quantentheoretischen Deutung des radioaktiven Zerfalls.** In einer der Akademie in ihrer Sitzung vom 6. April 1922 vorgelegten vorläufigen Mitteilung (Wiener Anzeiger 1922, Nr. 10, S. 79—81) hat der Verfasser die Anwendung der Bohrschen Postulate der Quantentheorie auf sämtliche Wechselwirkungen der Elementarladungen, Protonen und Elektronen, welche die materielle Welt zusammensetzen, ausgedehnt. Dies bedeutet den bisherigen Anwendungen gegenüber, welche

ausschließlich *isolierte* Gebilde (Atome, Moleküle, Kristalle) betrafen, die Einbeziehung auch der zwischenmolekularen Wechselwirkungen. — Nach dieser nunmehr völlig konsequenten Auffassung erscheint die „Welt" als einziges, einheitliches Quantenproblem; wenn sie gerechtfertigt ist, muß sich zeigen lassen, daß eine bisher bei jeder individuellen Anwendung der Quantentheorie erforderlich gewesene Annahme, die Festlegung des „untersten" Quantenzustandes für ein isoliertes Gebilde, die aus den Bohrschen Postulaten nicht gefolgert werden kann, auf die Festlegung des „untersten" Quantenzustandes eines *einzigen* beliebigen solchen Gebildes zurückgeführt werden kann. Während die Bohrschen Postulate beispielsweise für das Wasserstoffatom die Festlegung aller höheren Quantenzustände gestatten, wenn dessen „unterster" Quantenzustand als einquantige Kreisbahn einmal festgelegt ist, vermögen sie die Notwendigkeit der letzteren nicht zu begründen; dies geschieht bei *Bohr* vielmehr an Hand der Erfahrung, bei *Planck* und *Sommerfeld* hingegen durch eine eigene Annahme. Ähnlich bei den quantentheoretischen Anwendungen der übrigen Atome, der Moleküle, der Kristalle. Läßt sich nun die Verwandlung eines Atoms in ein anderes als Quantenübergang zwischen zwei verschiedenen stationären Zuständen deuten, so kann im Wege des Korrespondenzprinzips gefolgert werden, daß der „unterste" Quantenzustand des einen Atoms einen notwendigen, gesetzmäßigen Zusammenhang mit jenem des anderen besitzt — auf den letzteren zurückführbar ist —, womit der obigen Folgerung entsprochen wäre. Ist dies aber für Atome zweier *bestimmter* chemischer Elemente gezeigt, so kann diese Frage *im Prinzip* als für alle Elemente des periodischen Systems beantwortet gelten. Die Umwandlung eines Atoms in das Atom eines anderen Elementes geht nun beim radioaktiven Zerfall spontan vor sich; man hat also nachzusehen, ob hier eine quantentheoretische Deutung möglich und notwendig ist. Experimentelle Ergebnisse des letzten Jahres haben nun in der Tat gezeigt, daß eine quantentheoretische Deutung der radioaktiven Erscheinungen zur Notwendigkeit wird. *Lise Meitner* hat gefunden, daß die Energie von den beim β-Zerfall des ThB auftretenden Primär-β-Strahlen gleich ist dem Quantum $h\nu$ einer am gleichen radioaktiven Körper auftretenden γ-Strahlung, und *C. D. Ellis* hat gezeigt, daß die von ihm aus dem β-Strahl-Spektrum des RaB abgeleiteten γ-Frequenten dieses Elementes Kombinationsbeziehungen untereinander aufweisen, wie das auch für die Frequenzen der sichtbaren und Röntgenlinienspektren gilt. *Ellis* hat seinen Ergebnissen, welche die Gültigkeit des Kombinationsprinzipes und damit der Bohrschen Frequenzbedingung auch im Gebiete der γ-Strahlen erweisen, den Schluß gezogen, daß im Atomkern Energieniveaus vorhanden sind, daß dessen Aufbau somit Quantengesetzen unterworfen sein muß — in erfreulicher Übereinstimmung und Bestätigung der gleichlautenden Folgerung, die sich aus dem eingangs erwähnten prinzipiellen Quantenstandpunkt ergibt und einer entsprechenden Annahme, die von *Lenz* und dem Verfasser bereits in früheren Arbeiten gemacht worden ist. Diese Feststellung könnte sich aber zunächst bloß auf die Atomkerne der einzelnen Elemente beziehen, ohne eine Verbindungsmöglichkeit für Atome verschiedener Elemente zu ergeben. Hier ist nun das Resultat der Meitnerschen Untersuchung von fundamentaler Bedeutung, indem es zeigt, daß die beim β-Zerfall, z. B. des ThB, ausgesandte γ-Strahlung *einem Quantenübergang aus dem Atom des zerfallenden Elementes in jenes seines Folgeproduktes* zugeordnet werden muß, beim ThB also dem Übergang vom ThB-Atom ins ThC-Atom. Der β-Zerfall des ThB ist nämlich durch Abgabe einer ganz bestimmten Energiemenge charakterisiert: geht der Zerfall so vor sich, daß das β-Teilchen als Primär-β-Strahl das Atom verläßt, so erscheint die Energie als Translationsenergie dieses β-Strahls; wird das β-Teilchen zwar aus dem Atomkern entfernt, aber an der Atomoberfläche festgehalten, so muß dieser *gleiche* Energiebetrag nach der Bohrschen Frequenzbedingung als monochromatischer γ-Strahl ausgesendet werden und der Endzustand dieses Prozesses ist nun wirklich das ThC-Atom (eventuell sein einwertiges Ion, was keinen wesentlichen Unterschied ausmacht). Damit ist also ein Quantenübergang zwischen Atomen verschiedener Elemente, nämlich radioaktivem Element und β-Folgeprodukt, aufgezeigt. Der Nachweis, daß auch alle Sekundärerscheinungen, welche mit dem β-Zerfall und der Meitnerschen γ-Strahlung zusammenhängen, durch obige Auffassung ihre zwanglose Deutung erfahren, möge einer diesbezüglichen, an anderer Stelle (Zeitschrift f. Phys. *10*, 1922) erscheinenden, ausführlichen Publikation vorbehalten bleiben. Erwähnt sei nur noch, daß die Existenz solcher γ-Strahlen auch am Ra B nachgewiesen werden kann, wo solche in dem von *Rutherford* und *da Andrade* gemessenen γ-Spektrum des Ra B + C durch unmittelbaren Vergleich mit dem β-Spektrum des erstgenannten Elementes festgestellt werden können; eine eingehendere Betrachtung, welche sich jedoch nicht auf das einstweilen nur unvollständig bekannte γ-Spektrum allein stützen kann, zeigt, daß das RaB im ganzen mindestens vier solcher γ-Strahlen besitzen muß, deren Frequenzdifferenzen in anderen vorhandenen Kern-γ-Strahlen zum Vorschein kommen. Ähnliche Resultate ergeben sich für ThC″. Es braucht kaum eigens hervorgehoben werden, daß die gleiche Auffassung auch auf den α-Zerfall anwendbar ist. Ein unmittelbarer experimenteller Beleg hierfür ist allerdings noch nicht zu verzeichnen, doch spricht der Umstand, daß bei RaC″ und ThC″ mehr als eine α-Reichweite bekannt ist, sehr zugunsten derselben, außerdem ergibt sich, daß die Energiedifferenz der beiden RaC-α-Strahlen von 6,97 und 9,0 cm Reichweite genau mit dem Quantum eines γ-Strahls vom RaC bzw. RaC′ übereinstimmt, dessen Vorhandensein durch ein Paar sekundärer β-Strahlen des RaC als sichergestellt gelten kann. Schließlich möge noch betont werden, daß die vorstehende Auffassung, welche die primären α- und β-„Linien"-Spektren einheitlich mit dem radioaktiven Zerfall in Verbindung bringt, jener der englischen Forscher, vor allem *Rutherfords* entgegengesetzt ist, die im Fall der β-Strahler diese Rolle dem „kontinuierlichen" β-Spektrum zusprechen. Diesem letzteren muß, ebenso wie auch dem kontinuierlichen γ-Spektrum, vom Standpunkt der vorstehenden Auffassung aus eine ähnliche Bedeutung zugeschrieben werden, wie sie das kontinuierliche Röntgenspektrum gegenüber dem Röntgen-„Linien"-Spektrum besitzt.

6. Juli.

Bemerkungen über Verfärbung und Lumineszenz unter Einwirkung von Becquerelstrahlen, von *Stefan Meyer* und *Karl Przibram*. Es werden einige neue Beobachtungen über Verfärbungen und Lumineszenz an Gläsern und Mineralien mitgeteilt und gezeigt, daß ebenso wie Thermolumineszenz bei durch Becquerelstrahlen verfärbtem Material schon bei auffallend niedrigen Temperaturen auftritt, auch die Entfärbung bei überraschend niedrigen Temperaturen beginnt, auch in Fällen, wo das Material dem Tageslicht gegenüber beständig erscheint. Mangangehalt scheint für die Violettfärbung von Gläsern vielfach maßgeblich zu sein. Bei der Behandlung der prächtig leuchtenden Tiedeschen Phosphore ergab sich, daß starke Becquerelstrahlung das Leuchtvermögen tilgt. Erhitzen von Terephtalsäurephosphor nach solcher Behandlung regeneriert die Phosphoreszenz, die danach sogar verstärkt, aber in der Farbe gegen längere Wellenlängen verschoben, auftreten kann.

Photographische Wirkungen der Becquerelstrahlen, von *Robert Wälder*. Es wurde die Addition von Becquerelstrahlen und Lampenlicht auf der Bromsilbergelatineplatte untersucht. Hierbei ergab sich: In der Reihenfolge Becquerelstrahlen, Licht und nur in dieser treten Umkehrungen auf, die stark

mit dem Entwickler variieren. Für konstante Lichtmengen und wachsende Radiumstrahlenergien oder konstante Radiumstrahlenergien und wachsende Lichtmengen wird die Intensität der umgekehrten Partien bei allen drei Strahlenarten durch U-förmige Kurven wiedergegeben. Bei α-Strahlen dauert die Umkehrung stets an, auch wenn man die Nachbelichtung über das Solarisationsgebiet hinaus ausdehnt, während bei β- und γ-Strahlen die Umkehrung schon bei verhältnismäßig geringer Belichtung ein Ende findet, so, daß anscheinend die α-Strahlung die einzige ist, deren Spuren auf der Platte nie mehr gelöscht werden können. Die Intensitätsminima der Umkehrung liegen bei wesentlich höheren Strahlungsenergien. β-Strahlen zeigen bei starker Bestrahlung nach der Nachbelichtung sehr verbreiterte, stark umgekehrte Ränder. Die umgekehrten Emulsionen aller drei Strahlenarten bleiben weiter empfindlich. Radiumstrahlen untereinander liefern unter den untersuchten Bedingungen keine Umkehrungen. Die theoretische Erörterung der Phänomene führt zu einer Theorie des latenten Lichtbildes, die von folgenden Erwägungen ausgeht: Eine U-förmige Kurve ist wahrscheinlich durch Überlagerung zweier Kurven, einer aufsteigenden und einer abfallenden, entstanden. Es besteht sonach Grund zu der Annahme, daß sich bei den beobachteten Erscheinungen zwei Effekte überlagern, eine Schwärzung und eine Schwärzungstilgung. Eine solche Vorstellung über den Vorgang der Umkehrung kann man auf Grund von folgenden drei Postulaten gewinnen:

1. Bei Absorption beliebiger strahlender Energie werden von den Teilchen verschiedene Energiemengen aufgenommen; ein Teil des Bromsilbers wird in metallisches Silber und Brom gespalten, ein anderer Teil nur aktiviert, d. i. erhöht reaktionsfähig gemacht.

2. Je energiedichter eine Strahlung ist, desto größer ist der Prozentsatz der gespaltenen und desto kleiner der der nur aktivierten Moleküle. Energiedichte Strahlungen wirken sonach mehr durch Spaltung und weniger durch Anregung.

3. Ausgeschiedenes Silber wird durch weitere Energieabsorption veranlaßt, neue Verbindungen einzugehen, die nicht entwicklungsfähig sind.

Es wird gezeigt, daß diese Postulate nicht nur die in Frage stehenden Umkehrungen, sondern auch einige der wichtigsten Tatsachen der photographischen Sensitometrie wiedergeben.

Das k. M. Prof. Dr. *Th. Pintner*, Wien, überreicht eine Abhandlung mit dem Titel: **Die vermutliche Bedeutung der Helminthenwanderungen.** Es ist wahrscheinlich, daß der Mangel an Glykogen die Jugendformen zum Verlassen des Darmkanals zwingt; ferner waren die Zwischenwirte die primären Wirte. Wurde später der Zwischenwirt ausgeschaltet, so blieb doch die für die Glykogenspeicherung vor dem Darmparasitismus nötige Blutwanderung.

13. Juli.

Das k. M. Prof. *Stefan Meyer* übersendet eine Abhandlung, betitelt: **Über Radiolumineszenz und Radio-Photolumineszenz,** von *Karl Przibram* und *Elisabeth Kara-Michailova.*

I. *Qualitative Beobachtungen*: Radio-Photolumineszenz, d. i. die Eigenschaft, nach Vorbehandlung mit Becquerelstrahlen durch gewöhnliches Licht zu länger dauerndem und stärkerem Nachleuchten angeregt zu werden, zeigen außer Kunzit und Flußspat auch noch Apatit von Auburn, Orthoklas, Adular, Wollastonit, Scheelit und manche Turmaline. Die Wirkung wird durch das ganze sichtbare Spektrum hervorgerufen, ebenso durch Ultraviolett, Röntgenstrahlen und die γ-Strahlen selbst; für Infrarot konnte sie bisher nicht nachgewiesen werden. Vorbehandlung des Kunzits mit Röntgenstrahlen hat dieselbe Wirkung wie die mit Becquerelstrahlen. Kunzit und Fluorit zeigen nach Vorbehandlung mit Becquerelstrahlen erhöhte Tribolumineszenz.

II. *Photometrische Ergebnisse an Kunzit*: Die Intensität des Lumineszenzlichtes während der β-γ-Bestrahlung nimmt mit der Zeit erst zu, um nach einem sehr flachen Maximum langsam abzufallen.

12. Oktober.

Das w. M. Prof. *Felix M. Exner* übersendet folgende zwei Arbeiten von Dr. *Anton Schedler*, Assistent am Institut für kosmische Physik der Universität Innsbruck:

1. **Die Ergebnisse der österreichischen erdmagnetischen Vermessung am Balkan im Jahre 1918.** Im Auftrage des k. u. k. Kriegsministeriums wurden im Jahre 1918 vom Verfasser an ca. 30 Stationen der österreichisch besetzten Gebiete am Balkan (Serbien, Montenegro und Albanien) erdmagnetische Messungen vorgenommen, und zwar gleichzeitig im Anschluß an deutsche und bulgarische Vermessungen. Die Resultate dieser erdmagnetischen Aufnahme (Deklination, Inklination und Horizontalintensität) sind in obiger Arbeit niedergelegt.

2. **Eine erdmagnetische Nachvermessung von Österreich im Jahre 1918.** Nach Abschluß der Vermessungen am Balkan wurde durch erdmagnetische Messungen an einigen Stationen des Liznarschen Vermessungsnetzes von 1890.0 eine erdmagnetische Neuaufnahme der österreichischen Länder durchgeführt.

Das w. M. Hofrat *R. Wettstein* überreicht eine Arbeit: **Über die Bildung von Sauerstoff aus Kohlendioxyd durch Eiweiß-Chlorophyll-Lösungen** (vorläufige Mitteilung), von *M. Eisler* und *L. Portheim.* Anschließend an die früheren Untersuchungen der Verfasser über Fällungsreaktionen in Chlorophyll- und anderen Farbstofflösungen, wurden Versuche unternommen über den Gasaustausch bei belichteten und verdunkelten Eiweiß-Chlorophyll-Lösungen. Mit dem Haldaneschen Differentialblutgasapparat wurde in belichteten Glasbirnen, welche die Eiweiß-Chlorophyll-Lösung enthielten, ein Überdruck festgestellt. Analysen des Gasraumes über solchen belichteten oder verdunkelten Lösungen, welche mit Benützung des Haldaneschen Gasanalyseapparates vorgenommen wurden, haben gezeigt, daß dieser Überdruck bei Belichtung auf eine Zunahme von Sauerstoff, bei Anwesenheit von CO_2 in der Lösung, zurückzuführen ist.

19. Oktober.

Das k. M. Prof. *Stefan Meyer* übersendet zwei Abhandlungen, betitelt:

Über den genetischen Zusammenhang zwischen Thor und Uran und über Altersbestimmungen an radioaktiven Mineralien. Die Lebensdauer des Thoriums, von *Gerhard Kirsch.* Es wird die Frage aufgeworfen, ob das Thorium eine Muttersubstanz in der Uranplejade besitze, aus der es durch α-Strahlung gebildet würde. Nach seinem Atomgewicht würde ein solches Thoriumuran (ThU) zwischen U I und U II stehen und müßte eine Halbwertszeit von etwa 10^8 Jahren haben. Es wird angenommen, daß das Uran *ebenso wie alle anderen Elemente*, deren Werden nicht noch wie bei den radioaktiven Elementen in Fluß ist, auf der ganzen Erde das gleiche Verbindungsgewicht hat, d. h. überall den gleichen Prozentsatz aller Uranisotopen enthält. Haben diese Isotope verschiedene Lebensdauer, so ändert sich die Zusammensetzung des Urans *bloß mit der Zeit.* Sein Gehalt an ThU muß sich im Laufe der geologischen Entwicklung nach dem bekannten Zerfallsgesetz geändert haben. Diejenigen Uranerze nun, von denen man infolge ihrer Reinheit annehmen kann, daß sie bei ihrer Entstehung primär kein Thor aufnahmen, müssen heute so viel Thor enthalten, als dem Gehalt des Urans bei der Entstehung des Erzes an ThU entspricht. Ihr Thorgehalt muß also mit ihrem Alter gesetzmäßig zusammenhängen. Die Untersuchungen an Bröggerit, ostafrikanischer und Sankt Joachimstaler Pechblende, als den Erzen, deren Alter durch die Atomgewichtsbestimmung an ihrem Bleigehalt am sichersten bekannt ist, führt zu befriedigender quan-

titativer Übereinstimmung mehrerer Ergebnisse untereinander und ergibt für die Halbwertszeit des ThU

$$T = 63 \text{ Millionen Jahre},$$

also von der Größenordnung, die für ein zwischen U I und U II stehendes Uranisotop zu erwarten ist. Es werden ferner sämtliche wissenschaftlichen Pechblendeanalysen mit Hinblick auf die Frage des geologischen Alters der Vorkommnisse und auf obige Frage diskutiert. Aus *O. Hönigschmids* Atomgewichtsziffern für Blei aus Ceyloner Thorianit ergibt sich die Halbwertszeit des Thor

$$T = 1{,}65 \pm 0{,}05 \cdot 10^{10} \text{ Jahre},$$

sowie daß die Bildung der Ceyloner Thorianite in mindestens zwei verschiedenen Perioden (Alter ca. 430 und 580 Millionen Jahre) erfolgte.

Über die chemischen Wirkungen der durchdringenden Radiumstrahlung. 15. Über die Abhängigkeit dieser Wirkung vom absorbierten Strahlenanteil nebst Notiz über die Reduktion von Kaliumpersulfat, von *Anton Kailan*. Die unter dem Einfluß der durchdringenden Radiumstrahlung erfolgenden Zersetzungen von H_2O_2 in sauren, neutralen und alkalischen Lösungen und von Jodkalium in saurer Lösung werden in Gefäßen von verschiedener Form und Größe mit verschiedenen Strahlenfiltern gemessen. Dabei wird die seinerzeit gemachte Annahme, daß sich die chemische Wirkung auf die primäre β- und die γ-Strahlung im Verhältnis zu der von dem absorbierten Anteil dieser Strahlung erzeugten oder erzeugbaren Zahl der Ionenpaare verteilt, bestätigt gefunden und somit auch die Vermutung, daß der Anteil der γ-Strahlung bzw. der von dieser hervorgerufenen Sekundärstrahlung an der chemischen Wirkung in der eigenen Versuchsanordnung ein sehr beträchtlicher ist.

Das w. M. Prof. *Franz Exner* legt vor: **Versuch einer Theorie des Farbensehens.** Im ersten Teil der Arbeit wird auf Grund des vorliegenden Beobachtungsmaterials untersucht, ob und inwieweit die (Königschen) Grundempfindungskurven sowie die Helligkeitskurven der Monochromaten als Resonanzkurven anzusprechen sind. Es zeigt sich, daß das im allgemeinen wohl der Fall ist und die Annahme eines Resonanzvorganges im Auge den Tatsachen nicht widerspricht.

26. Oktober.

Das k. M. Prof. Dr. *O. Abel* legt folgenden vorläufigen Bericht von Dr. *Kurt Ehrenberg* vor: **Die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen über die frühesten Entwicklungsstadien (Embryonen und Neonaten) und über die Fortpflanzungsverhältnisse des Höhlenbären aus der Drachenhöhle bei Mixnitz.** Wie die Untersuchung ergab, verlief *die früheste Skelettentwicklung fast vollkommen gleich wie heute beim Braunbären.* Diese Übereinstimmung zwischen Höhlenbären und Braunbären ging so weit, daß gleichgroße Individuen beider Arten eine gleich weit fortgeschrittene Verknöcherung zeigten, woraus hervorgeht, daß *der Höhlenbär bei der Geburt die gleiche Größe hatte wie der Braunbär und daß in den ersten Lebenstagen gleichgroße Stadien beider Formen als ± gleichaltrig angesprochen werden können.*

9. November.

Das k. M. Prof. *Stefan Meyer* übersendet eine Abhandlung, betitelt: **Über die relative Ionisation längs der Bahn von α-Strahlen in verschiedenen Gasen,** von *Fritz Hauer*. Es wird die Ionisierung längs der Bahn eines Bündels paralleler α-Strahlen in Luft, Sauerstoff, Helium und Kohlensäure gemessen und dabei gefunden, daß die Zahl der pro Längeneinheit der Bahn erzeugten Ionen mit der Entfernung von der Strahlenquelle (Polonium) um so rascher zunimmt, je leichter das durchstrahlte Gas ist; daraus wird der Schluß gezogen, daß der Energieverlust, den ein α-Teilchen bei der Erzeugung eines Ionenpaares in einem bestimmten Gase erleidet, nicht allein durch die zur Ionisierung notwendige Arbeit gegeben ist, sondern daß zu dieser Arbeit noch ein von der Geschwindigkeit des α-Teilchens und der Schwere des durchstrahlten Gases abhängiger Energiebetrag hinzukommt.

Derselbe übersendet ferner eine Notiz aus dem Institut für Radiumforschung: **Über die Änderung des Pleochroismus des Kunzits durch Becquerelstrahlen** von *Karl Przibram*. Durch die bekannten Untersuchungen von *J. Joly* und von *O. Mügge* sind die pleochroitischen Höfe in verschiedenen Mineralien auf die Wirkung der α-Strahlen radioaktiver Substanzen zurückgeführt worden, und sie konnten auf diesem Wege auch künstlich nachgebildet werden. Über Pleochroismus durch β- und γ-Strahlen verfärbter Substanzen scheint wenig bekannt zu sein. Ein schönes Beispiel der Beeinflussung des Pleochroismus durch die durchdringenderen Becquerelstrahlen wurde nun bei der Bestrahlung einer Anzahl von Kunzitstücken aufgefunden. Man wird durch die Beobachtungen dazu geführt, den färbenden Teilchen, als die man wohl zumeist ausgeschiedenes Metall annimmt, Anisotropie, entweder der Form oder der Anordnung, zuzuschreiben. Daß sie aber etwa im Kristallgitter angeordnet bleiben, folgt hieraus nicht, denn *Sénarmont* hat gezeigt, daß durch nicht kristalline Farbstoffe gefärbte, sonst farblose doppelbrechende Kristalle auch Pleochroismus zeigen, obwohl hier von einer Einordnung in das Kristallgitter wohl kaum die Rede sein kann. Es wird offenbar durch die Kristallstruktur auf die Farbteilchen irgendein Zwang ausgeübt, wie ja auch durch Natrium blau gefärbtes Steinsalz nach einer Beobachtung von *F. Cornu* unter gerichtetem Druck pleochroitisch wird.

Das w. M. *F. Becke* hält einen Vortrag über **Stoffwanderung bei der Metamorphose.** Kürzlich hat *V. M. Goldschmidt* in Christiania dargetan, daß der Phyllit des Kaledonischen Gebirges dort, wo er von Intrusivgesteinen durchsetzt ist, eine Umwandlung in höher kristalline Schiefer erfährt, die nur durch Zufuhr von Kieselsäure und Feldspatbasen, hauptsächlich Kalk und Natron, erklärt werden kann. Wenn diese Vorstellung richtig ist, müßten diese Stoffmengen dem Intrusivgestein fehlen. Diese Folgerung hat der Vortragende an dem Granitgneis der Hohen Tauern geprüft und gefunden, daß in der Tat im Granitgneis ein Abgang von Kieselsäure und Feldspatbasen nachzuweisen ist, während im Nebengestein eine Zufuhr dieser Substanzen stattfindet.

Das w. M. Hofrat *J. M. Eder* macht eine Mitteilung über: **Photometerpapiere mit hoher Grün-Gelb-Empfindlichkeit für photographische Photometrie.** Chlorsilbergelatinepapier, dessen Maximum der Eigenempfindlichkeit im spektralen Ultraviolett und Violett liegt, kann bekanntlich für den direkten photographischen Schwärzungsprozeß durch rote Farbstoffe, z. B. *Erythrosin, Rhodamin* für Gelb und Grün sensibilisiert werden. Die dunkle, rote Färbung solcher Papiere erschwert sehr die Ablesung geringer photographischer Schwärzungen im Graukeilphotometer. Es wurde nun die neue Beobachtung gemacht, daß das gelbe *Pinaflavol* der Farbwerke in Höchst a. M. sowohl Chlor- als auch Bromsilberpapier beim direkten Schwärzungsprozeß in hohem Grade empfindlich für Grün und Gelb macht. Die Grün-Gelb-Empfindlichkeit des Pinaflavol-Chlorsilber-Auskopierpapiers übertrifft seine Blauempfindlichkeit um ungefähr das Fünf- bis Sechsfache (gemessen bei elektrischem Kohlenbogenlicht im Eder-Hechtschen Graukeilphotometer), während vor dem Anfärben mit *Pinaflavol* die Grünempfindlichkeit des Chlorsilber-Nitritpapiers nur etwa $^1/_{30}$ der Blauempfindlichkeit beträgt. Die Gesamtempfindlichkeit des Pinaflavol-Chlorsilbers gegen weißes elektrisches Kohlenbogenlicht wird zufolge der gesteigerten Grün-Gelb-Empfindlichkeit um ungefähr das Siebenfache, gegen Tageslicht noch mehr erhöht.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19